N° 23 15 DÉCEMBRE 1934

Revue générale des Sciences pures et appliquées

Fondateur : **Louis OLIVIER** (1890-1910) — Directeur : **J.-P. LANGLOIS** (1910-1923)

Directeur : **Louis MANGIN**, Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Muséum national d'Histoire naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Docteur Gaston DOIN, 8, place de l'Odéon, Paris.
La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Sciences médicales.

La colère et la pathologie.

La colère est, à n'en pas douter, un sujet où le médecin a son mot à dire. Je n'en veux comme preuve que la relative fréquence avec laquelle elle a donné lieu, par exemple, à des thèses de doctorat. De nos jours encore, les aliénistes en ont fait assez souvent l'objet d'études spéciales. Il peut sembler, en effet, qu'elle rentre dans la pathologie, quel que soit l'angle sous lequel on la considère. A la vérité, plusieurs auteurs ont cru devoir lui considérer deux variétés dont ils disent l'une pathologique et l'autre physiologique. La première serait, pour eux, celle que l'on observe, par exemple, chez les aliénés, la seconde consistant dans ces accès que l'on constate chez n'importe qui sans que quelque lésion plus ou moins hypothétique en explique la venue. Il semble que cette distinction soit bien subtile, car il est hors de doute qu'à elle seule la colère est une chose parfaitement anormale et un véritable dérèglement qui ne porte pas seulement sur les facultés psychiques. Beaucoup d'appareils prennent part à cette crise, sans que l'on puisse toujours dire si c'est à titre de point de départ ou comme conséquence.

Laumonier, qui a bien étudié cette question, a relevé les divers signes physiologiques constatés au cours de l'accès de colère. Il a donné une place importante, notamment aux variations de la pression sanguine, qui débuteraient par un fléchissement marqué, continueraient par un accroissement, lequel s'effacerait après le paroxysme, souvent marqué par un acte brutal et reviendrait ensuite à la normale. En même temps, il y a accroissement notable de la force musculaire et la résistance aux gestes d'un coléreux est difficile même si, à l'état normal, ce sujet ne présentait pas une vigueur très accusée. Les sécrétions augmentent aussi et surtout la sécrétion salivaire, ne dit-on pas « baver de fureur! » On a longtemps pensé de même que la bile était secrétée, pendant la crise de colère, avec une abondance anormale et cette particularité est pour beaucoup dans le nom qui a été donné à cette affection. Le cœur, en tout cas — et le fait a été noté par tous les observateurs — subit, lui aussi, des variations de fonctionnement très accentuées. Tantôt (et c'est le cas le plus fréquent) il accélère son rythme, tantôt au contraire il le ralentit. On a même prétendu qu'il s'arrêtait parfois de battre, ce qui ne peut être de bien longue durée.

La colère, dit Lallemand, est une vive réaction contre tout ce qui nous résiste, une résistance plus ou moins supportée contre ce qui nous blesse. La chose n'est pas discutable. Cependant nous n'aboutissons pas tous, en pareils cas, à la colère. Celle-ci semble réservée à certains individus et déjà nous trouvons en cette particularité le premier signe de l'anomalie pathologique. Il est, en effet, des prédisposés et on a même constaté bien des fois qu'il existe des familles de coléreux, comme si la faculté de s'irriter à ce point constituait parfois une tare héréditaire. Il est probable que ce qui est héréditaire, c'est un certain tempérament qui n'est pas, au demeurant, aussi simple qu'on pourrait le croire.

Il est, en effet, deux colères très nettement distinctes l'une de l'autre et que la voix populaire a

très justement distinguée en colère rouge et colère blanche. Ici l'opinion des savants rejoint celle de tout le monde, puisque Descartes a écrit : « On peut distinguer deux espèces de colères; l'une qui est fort prompte et se manifeste fort à l'extérieur, mais néanmoins qui a peu d'effets et peut facilement être apaisée; l'autre qui ne paraît pas tant à l'abord, mais qui ronge davantage le cœur et qui a des effets plus dangereux. Ceux qui ont beaucoup de bonté et beaucoup d'amour sont plus sujets à la première; l'autre espèce de colère en laquelle prédomine la haine et la tristesse, n'est pas si apparente d'abord, sinon peut-être en ce qu'elle fait pâlir le visage... » Il semblerait que la colère blanche soit une colère arrêtée dans son évolution et qui en reste, si l'on peut dire, à la phase de baisse tensionnelle et de vaso-constriction. La raison en est peut-être que l'accès ne peut aller jusqu'à son aboutissement normal, que quelque chose, impuissance, respect, convenance, empire sur soi-même, empêche la crise de poursuivre les phases suivantes et notamment de se compléter par l'acte agressif qui la termine souvent. Aussi le sujet qui est la proie de cette « colère rentrée » en souffre-t-il plus que celui qui va jusqu'au bout et trouve, comme terme, une détente qui le soulage. La colère rouge est celle des sanguins, la colère blanche surtout celle des névropathes.

L'étiologie de la colère fait donc ressortir des causes prédisposantes, ainsi que l'on a coutume d'en décrire dans tous les chapitres de pathologie. Nous avons vu que le tempérament coléreux existe très probablement et qu'il peut constituer la première de ces causes. L'âge et le sexe ne sont pas indifférents : la femme, l'enfant et le vieillard y sont souvent sujets. On peut faire état aussi de la chaleur et de l'état électrique de l'atmosphère. Les races méridionales se mettent plus souvent en colère que celles du Nord et l'orage passe à bon droit pour favoriser l'éclosion des accès. Les intoxications méritent aussi d'être comprises sous cette rubrique et l'alcool a la réputation méritée de prédisposer à des crises de colère. Il n'y a peut-être pas que des intoxications de ce genre qui soient dans ce cas et il est fort possible que des auto-intoxications aient le même résultat. Certains auteurs estiment même qu'il y a toujours intoxication en cette circonstance et que c'est le toxique, quel qu'il soit, qui, agissant sur le sympathique, déclenche l'accès de colère. La chose est possible et répond bien au goût d'explication actuelle, mais elle paraît malaisée à démontrer.

Quant aux causes déterminantes, chacun sait quelle variété elles peuvent présenter et que leur importance est loin d'offrir un parallélisme constamment satisfaisant avec l'intensité de la crise elle-même.

La colère des aliénés nous semble plus facilement explicable et ne l'est peut-être pas. L'anatomie pathologique des maladies mentales ne nous dénonce pas toujours leur cause somatique. Cependant nous acceptons mieux qu'un homme dont le cerveau est déjà en état de fonctionnement anormal se livre à des actes de cette espèce. Au vrai, l'homme en colère donne l'impression d'un véritable aliéné. Il perd en effet, non seulement le contrôle de ses paroles et de ses actes, mais aussi la notion des contingences et ne prête nulle attention à ce qui devrait arrêter son transport.

Aussi quelques auteurs ont-il voulu rattacher la colère à quelque chose qui fût déjà connu et ont-ils exprimé, par exemple, l'opinion qu'elle constitue un équivalent épileptique. Il y a là, très probablement un abus et si la chose est vraie dans quelques cas, elle semble difficile à admettre dans les autres, qui sont la majorité. Gilbert Robin, qui a spécialement étudié la colère « épileptoïde » des enfants, en a donné une description très nette. Elle est, dit-il, explosive, c'est un véritable transport; elle atteint d'emblée son paroxysme, elle est aveugle, brutale, violente, dangereuse. En outre, des symptômes l'accompagnent qui sont caractéristiques : il cite, à cet égard, l'observation d'un enfant de trois ans qui subitement, sans motif appréciable, griffe, pince, jette les chaises à terre, tremble de tous ses membres et qui, au cours de ces colères, urine; la crise passée, il pleure et si on le gronde, il s'évanouit. Quelques autres, demeurent, la crise terminée, absolument hébétés. Si l'on fouille le passé de ces enfants, on trouve parfois des crises comitiales ou des équivalents classiques de celles-ci.

*
**

Si, maintenant, abandonnant la colère comme conséquence, nous envisageons au contraire celles que, dans l'ordre pathologique, elle peut entraîner, nous trouvons une série d'accidents dont on a voulu charger sa responsabilité. Les auteurs du temps passé n'y allaient pas de main morte. Un nommé Hiver, par exemple, déclare que la colère peut engendrer à peu près toutes les maladies ou en accélérer l'invasion. Il cite dans son énumération la fièvre puerpérale et les fièvres inflammatoires ou bilieuses. Elle retarde, dit-il, la cicatrisation des plaies, exaspère, prolonge, aggrave les maladies aiguës ou chroniques, provoque la rétention d'urines, tarit le lait des nourrices ou le rend nocif pour leurs nourrissons. Lallemand, de son côté, lui attribue des lésions organiques comme celles de la phtisie pulmonaire ou de la cataracte et il l'accuse d'être dans maints cas a l'origine des anévrismes. Mais l'inculpation la plus curieuse que l'on trouve dans plusieurs travaux est celle de provoquer la rage. L'auteur que je viens de citer raconte l'histoire d'un jeune homme qui, au cours d'une crise de colère déterminée par l'indifférence de sa maîtresse, se mord cruellement le doigt, s'arrache un lambeau du médius; le lendemain, il est en proie à des douleurs très vives au siège de sa blessure, puis entre en convulsions et meurt avec tous les signes de l'hydrophobie.

Les auteurs modernes ont fait justice de ces racontars, mais ils sont bien obligés de laisser au passif de la colère des accidents qui, de toute évidence, sont surtout causés par les variations de pression sanguine qu'elle suscite. Du nombre sont les hémorragies de tout ordre, depuis les épistaxis jusqu'aux hémorragies cérébrales et aux apoplexies consécutives. Du nombre aussi les ruptures d'anévrismes déjà existants. Il est admissible aussi que la colère détermine des accès de fièvre, ainsi que le note Laumonier. Quant à la mort à la suite de crises de colère, dont les exemples sont des plus nombreux dans la littérature même non médicale, nous n'avons pas de peine à les admettre, ne serait-ce que par l'intermédiaire de l'hémorragie cérébrale ou de la rupture d'anévrisme.

Un côté moins connu de la question concerne la colère envisagée sous son bon côté qui est le côté thérapeutique. La colère pourrait donc être parfois curative? Il faudrait le reconnaître si l'on voulait ajouter foi à toutes les histoires qu'au siècle dernier encore on racontait à ce sujet. Dans les auteurs que j'ai cités je trouve des faits curieux de disparition de paralysies, d'hémiplégie, de parole rendue à un muet, d'améliorations d'œdèmes, d'hydropisie, d'atrophies (?), de goutte, de rhumatismes, d'aménorrhée[1]. J'y trouve aussi l'évocation d'Hippocrate qui la conseillait, paraît-il, pour exciter une nutrition ralentie. Le fait le plus souvent allégué est l'avortement d'une crise de fièvre paludéenne. A la Société d'Emulation, on a discuté, vers le début du XIXe siècle, la question de savoir si une crise de colère survenant une heure avant le paroxysme d'une fièvre intermittente ne pourrait pas agir comme le fait le quinquina et Valeriola, paraît-il, a réussi à réaliser cette prophylaxie immédiate. Lallemand, en fin de compte, se demande « s'il n'est pas permis de regarder les passions de l'âme comme des moyens propres à remplacer avantageusement dans bien des cas, l'action de nos médicaments, qui ne servent souvent eux-mêmes qu'en modifiant plus ou moins le principe de la sensibilité ».

Nous pourrions nous demander à notre tour si ce bouleversement circulatoire et nerveux n'est pas susceptible d'agir à la façon des médications de choc si en honneur à l'heure actuelle. On comprendrait alors — si tant est que tout soit compréhensible dans cette thérapeutique — que des accès de colère pussent faire cesser une attaque de goutte ou faire revenir des règles disparues.

*
**

Si l'on considère la colère comme un accès pathologique, la conclusion dernière sera évidemment sa thérapeutique. Aussi la plupart des médecins qui s'en sont occupés en ce sens n'ont-ils eu garde d'oublier ce chapitre ultime.

Ils envisagent d'abord un traitement préventif qui consiste à éviter autant que possible aux coléreux des occasions d'accès. Pour les enfants notamment, il faut éloigner d'eux les contrariétés. Millot, qui vivait vers 1830, conseille, lorsque l'on éprouve de l'impatience, symptôme, dit-il, « du spasme qui dispose à la colère », de prendre un mélange, dans de l'eau, de sel, de lait, de gomme arabique et de sucre. Au même titre et plus logiquement sans doute, nos pères s'adressaient au bain de pieds très chauds et encore assaisonné de moutarde.

Mais agir sur le tempérament coléreux semble une besogne difficile. Peut-être le traitement de l'hypertension, celui de la pléthore pourraient-ils être efficaces. Sur les colères héréditaires dont nous avons parlé, le remède serait probablement peu opérant. Laumonier, qui tient pour l'origine toxique des crises de colère, admet naturellement que les cures de désintoxication, comprenant un régime bien étudié, des diurétiques et de temps en temps une purgation pourraient être actives. Bien entendu, s'il s'agit nettement de colère épileptoïde la cure de l'épilepsie, telle qu'elle est à peu près codifiée aujourd'hui, est indiquée.

Quant au traitement de la crise elle-même, il semble bien qu'il se réduise à néant. Evidemment, chez les aliénés réels, des mesures coercitives seront alors nécessaires, en se souvenant toutefois qu'au temps jadis, les mesures de ce genre avaient surtout pour effet, comme l'a montré Gilbert Ballet, de provoquer justement les accès de colère et les colères chroniques. Les procédés de châtiment corporel tels qu'on les applique assez couramment aux enfants coléreux donnent des résultats très irréguliers. Les vieux auteurs estiment, pour leur compte, qu'il est préférable de céder aux enfants, car c'est la seule façon de mettre fin à ces accès. N'oublions cependant pas que, comme le dit Gilbert Robin, certains enfants utilisent leurs crises de colère pour obtenir ce qu'ils veulent de parents trop faibles. Et ne méprisons pas la révulsion froide qui agit si souvent d'heureuse façon.

Pour ce qui est de traiter la crise elle-même, on n'en voit pas bien le moyen, alors que le coléreux en crise est inaccessible aux raisonnements comme il l'est à tous les sentiments qu'en temps normal il respecte. Il est possible que la seule chose à faire soit de laisser l'accès aller jusqu'au bout, à la condition, bien entendu, que sa terminaison ne menace pas d'être tragique. En pareil cas, je crois qu'il ne faudrait pas hésiter à traiter l'homme en crise comme un aliéné, étant donné qu'il a avec celui-ci de nombreux rapports.

En conclusion, on peut dire que la colère est, pour qui l'analyse, quelque chose de franchement pathologique et qui doit être considérée comme tel. Il nous reste seulement à démêler la pathogénie de ces accès subits pour pouvoir les faire rentrer dans les

1. Les journaux ont reproduit récemment une nouvelle venue de Düsseldorf dans laquelle il s'agissait d'un ancien combattant qui, pris dans un éboulement, était depuis lors resté muet. Etant à table, au milieu de sa famille, il y eut une discussion particulièrement vive au cours de laquelle, indigné, il recouvra tout à coup la parole et prit part à la querelle.

cadres habituels. Les voies de cette étude ne sont présentement que défrichées en certains endroits. Il reste un gros travail à accomplir pour résoudre le problème.

Maurice GILLE.

§ 2. — Correspondance.

I. — *Au sujet de l'article paru dans le n° du 31 octobre 1934, ayant pour titre* **La croissance, phénomène autocatalytique,** *de MM. Reed et Dufrénoy, M. Dumozay nous transmet les remarques suivantes :*

De l'article en question je relève à propos de l'équation de la courbe sigmoïde de Robertson qui est la suivante :

$$\frac{dy}{dt} = Ky\,(A - y)$$

le texte suivant de l'auteur :

« y est la taille au temps t, A la taille maxima « (ou limite), k une constante de vitesse de réac- « tion à déterminer pour chaque organisme consi- « déré.

« A-y représente un facteur de freinage; l'équa- « tion exprime que, à chaque moment, la vitesse « de la croissance dépend à la fois de la croissance « déjà faite et de la croissance qui reste à faire « pour que l'organisme parvienne à sa taille défi- « nitive. »

Cette équation représente une autre interprétation que celle qui est donnée par l'auteur et qui est la suivante à mon avis.

L'expression $\frac{dy}{dt}$ ne présente pas en effet, malgré une similitude mathématique, une vitesse, car la valeur dy, et l'équation d'ailleurs le montre, est toujours proportionnelle à y.

Il est en effet, certain, si nous considérons par exemple la croissance de deux sarments de vigne, comme il en est question dans l'article, que toutes choses égales d'ailleurs, c'est-à-dire pour une même aptitude à la croissance en un même intervalle de temps dt, les longueurs dy prises par ces sarments seront proportionnelles à leurs longueurs y, puisque chacun des mêmes éléments dont sont composées ces longueurs croît de la même quantité.

L'expression à considérer, n'est donc pas $\frac{dy}{dt}$ mais bien $\frac{1}{y}, \frac{dy}{dt}$ qui représente non une vitesse de croissance, mais une puissance intrinsèque de transformation.

Dans ces conditions, l'équation qui représente la fonction transformatrice doit s'écrire :

$$\frac{1}{y}, \frac{dy}{dt} = A - y.$$

Elle traduit la loi suivante :

La puissance de transformation d'un organe est proportionnelle à chaque instant à ce qui manque à cet organisme pour que sa transformation soit complète.

Dans ces conditions l'expression $A - y$ n'apparaît plus comme un facteur de freinage, mais bien comme un facteur d'impulsion et d'évolution.

Cette loi qui est générale semble tout à fait naturelle et paraît avoir une certaine portée philosophique, en ce sens que la puissance ou la capacité de transformation d'une réaction quelconque est soumise à une sorte de prédestination puisque à chaque instant elle est proportionnelle à quelque chose qui n'est qu'un devenir mais qui est fixé *a priori*.

A chaque instant, l'évolution dépend de l'épanouissement final.

En appliquant cette loi dans un domaine plus vaste comme celui de l'évolution de l'univers, on expliquerait certainement bien des choses.

*
**

M. Dufrénoy, l'un des auteurs dudit article, répond ainsi aux remarques de M. Dumozay :

J'ai lu avec intérêt les remarques de M. Dumozay : je ne vois personnellement pas d'inconvénient à écrire l'équation

$$\frac{dy}{dt} = k.\,y.\,(A - y)$$

sous la forme

$$\frac{1}{y}, \frac{dy}{dt} = k\,(A - y).$$

et je suis entièrement d'accord avec M. Dumozay pour reconnaître que la puissance de transformation... est proportionnelle... à ce qui manque pour que la transformation soit complète; c'est ce que nous avons voulu exprimer en disant que la vitesse de croissance dépend... de la croissance déjà faite et de la croissance qui reste à faire. Quant à la conception de $A - y$ comme facteur de freinage elle me paraît résulter de la conception de A comme limite, et de y comme inhibiteur.

Errata à l'article de MM. Reed et Dufrénoy.

P. 568, lignes 24 et suivantes de la colonne 1; lire : ... à Constantia et à Paarl, trouve que k_1 a une valeur plus forte pour les raisins récoltés à Constantia, où, par conséquent, le rendement (A) est plus faible qu'à Paarl.

P. 568, haut de la colonne 2; la formule, qui doit être rétablie ainsi,

$$\frac{\frac{1}{y_1}}{\frac{1}{y_2}} = e^{\frac{\mu}{2}\left(\frac{\theta_1 - \theta_2}{\theta_1\,\theta_2}\right)}$$

se rapporte à la note infrapaginale 1.

*
**

II. — *Commémoration du Cinquantenaire du transfert de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures à son emplacement actuel, du Cinquantième Anniversaire de la mort de* J.-B. DUMAS, *l'un de ses fondateurs, du Vingt-cinquième Anniversaire de la traversée de la Manche par* Louis BLÉRIOT *(promotion 1895).*

Nous sommes heureux de publier dans nos colonnes le compte rendu de ces imposantes manifestations :

CÉRÉMONIES DU 22 NOVEMBRE

SÉANCE SOLENNELLE

Dès 14 heures, les invités se dirigent vers le réfectoire, dont les fresques, offertes récemment par M. le Sénateur Gaston MENIER, ancien Président du Conseil de l'Ecole et exécutées par M. LEPRINCE-RINGUET, Ingénieur des Arts et Manufactures, second grand prix de Rome, donnent à l'ensemble de la décoration un cachet tout particulier.

On note dans l'Assemblée : les Ambassadeurs et Ministres des nations étrangères; plusieurs anciens Ministres; de nombreux parlementaires, notamment les anciens Elèves de l'Ecole; le Grand Chancelier de la Légion d'honneur; les membres du Conseil supérieur de la Guerre; le Général commandant la région de Paris; de nombreux Membres de l'Institut; des Officiers généraux; Mgr Chaptal représentant son Eminence le Cardinal Verdier; le représentant du Grand Rabbin de France; le Vice-Président de l'Union Consistoriale des Eglises réformées; des Professeurs de Faculté en robes; des Généraux et Amiraux; les Comités des Œuvres centraliennes; les Présidents des Groupes régionaux et de très nombreux Ingénieurs des Arts et Manufactures et leurs familles. Au premier rang, les descendants de J.-B. DUMAS, ainsi que M. L. BLÉRIOT et sa famille.

L'assistance se lève à l'entrée de Mme Albert LEBRUN, de Mme la Maréchale FOCH et de Mme la Maréchale JOFFRE.

M. le Président de la République descend de voiture devant le Monument aux Morts à 15 heures précises.

Il est reçu à son arrivée par :

MM. BOUISSON, Président de la Chambre des Députés; CUMINAL, Vice-Président du Sénat; MALLARMÉ, Ministre de l'Education nationale; CONTENOT, Président du Conseil Municipal; BOYER, Président du Conseil de l'Ecole; GUILLET, Membre de l'Institut, Directeur de l'Ecole; MAUBAN, Vice-Président du Conseil de l'Ecole; DALBOUZE, Président de l'Association Amicale des Anciens Élèves de l'Ecole Centrale; HÉROUARD, Directeur des Etudes, Sous-Directeur de l'Ecole; les Majors des trois divisions.

Le cortège gagne alors la tribune officielle par le passage de la rue Conté, garni de palmes et de gerbes de fleurs déposées par de nombreux groupes régionaux d'Anciens Elèves au pied des plaques de marbre où sont gravés les noms des 550 Centraux tombés glorieusement pendant la Grande Guerre. Les trompettes sonnent au champ et la musique de la Garde fait entendre la *Marseillaise*.

M. le Président de la République donne successivement la parole à M. BOYER, Président du Conseil de l'Ecole; à M. DALBOUZE, Président de l'Association Amicale des Anciens Elèves; à M. GUILLET, Directeur de l'Ecole.

Après un intermède, pendant lequel la musique de la Garde se fait entendre, des discours sont prononcés par M. URBAIN au nom de l'Académie des Sciences et de la Faculté des Sciences; par M. Maurice DONNAY, de l'Académie Française, au nom de cette compagnie, par M. CONTENOT, au nom du Conseil Municipal de la Ville de Paris, dont il est le Président. Enfin M. MALLARMÉ, Ministre de l'Education Nationale, parle au nom du Gouvernement, après la remise à l'Ecole, par Louis BLÉRIOT, du drapeau qui lui avait été offert, en 1909, à Douvres par « *Le Matin* ».

A l'issue de la Cérémonie, M. le Président de la République, les Ministres et les Personnages Officiels, guidés par M. BOYER, Président du Conseil et le Directeur de l'Ecole, visitent l'avion de Louis BLÉRIOT exposé au premier étage et les souvenirs de la traversée de la Manche, notamment le casque et l'une des béquilles de l'aviateur.

Le coussin portant la croix de la Légion d'Honneur et la Croix de Guerre de l'Ecole repose, entouré de fleurs et de couronnes, au pied de la travée de la galerie de l'Administration, consacrée à la mémoire des Centraux tombés au Champ d'Honneur. M. le Président de la République s'y arrête pendant que les trompettes de la Garde font entendre la sonnerie aux Morts.

Le cortège pénètre ensuite dans la salle réservée aux souvenirs de J.-B. DUMAS et gagne la Salle des Fêtes où un lunch était préparé.

Après le départ de M. le Président de la République, les nombreuses personnes présentes ont été invitées à parcourir les Ateliers et Laboratoires de l'Ecole, les deux Musées, l'Exposition des souvenirs de J.-B. DUMAS, ainsi que celle relative à la traversée de la Manche par Louis BLÉRIOT; enfin, dans les galeries de deuxième et troisième années, les nouvelles collections de l'Ecole. Les vitrines réservées à la Verrerie, à la Céramique et aux Produits Métallurgiques, ont particulièrement attiré l'attention du public.

D'autre part, dans la matinée du 22 novembre, une délégation formée du Bureau du Conseil de l'Ecole, des Anciens Présidents et Vice-Présidents du Conseil, du Bureau du Comité de l'Association Amicale des Anciens Elèves, des différents Conseils des Œuvres Centraliennes, s'est rendu au Cimetière Montparnasse pour déposer des fleurs sur la tombe de J.-B. DUMAS.

LA MÉCANIQUE

GALILÉE CONTRE EINSTEIN

L'ancien Directeur des Etudes à l'Ecole Polytechnique, particulièrement désigné par ses fonctions d'enseignement et ses travaux de physicomécanique, a bien voulu rédiger pour la Revue l'article suivant, en faveur de la Mécanique de Galilée contre celle d'Einstein. C'est une synthèse de ses dutres écrits, savoir :

I. Révision du postulat d'Einstein (*Revue générale de l'Electricité*, 28 mars et 4 avril 1931);

II. Vitesse de la Terre mesurée par des expériences purement terrestres (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 15 janvier 1934);

III. Vitesse de la Terre et Relativité (*Revue Scientifique*, 14 juillet 1934);

IV. La Relativité d'Einstein démentie par l'expériences (Chiron, éditeur 1934).

L'objet principal du présent travail diffère des autres. Il en résulte une argumentation plus serrée où la thèse de l'auteur apparaît avec une force encore inégalée. Nous sommes heureux d'en donner ici la primeur.

CHAPITRE PREMIER

Vitesse de la lumière.

1. **Désaccord de fait.** — Le relativiste, c'est Einstein. Pour ses disciples, Galilée symbolise celui qui n'est pas relativiste. Quel est leur différend? Une fiction le fera comprendre.

Les deux contradicteurs vont ensemble faire une double expérience. Ils sont en barque sur un grand bassin. D'abord, la barque au repos, le batelier lance une pierre. Les deux témoins sont d'accord : autour du point de chute, des ondes circulaires naissent et grandissent en raison du temps. *L'onde avance avec la même vitesse dans toutes les directions.*

Pour une deuxième expérience, notre batelier lance la barque vers le point de chute. Les deux observateurs consultent leurs montres. Ils ne sont plus d'accord. Einstein dit : La barque et l'onde se rapprochent avec la même vitesse que tout à l'heure. Moi, contredit Galilée, je vois un rapprochement plus rapide. C'est la vitesse de tout à l'heure augmentée de la vitesse de la barque.

L'affirmation de Galilée est de sens commun; celle d'Einstein, paradoxale. C'est que Galilée a, comme tout le monde, une montre sans malice. Einstein en prend une autre, fictive et calculatrice : C'est la montre réelle de Michelson (n° 19), montre déjà déréglée (n° 25), à laquelle il attribue encore un dérèglement bien plus fort (n° 25). Devenue calculatrice, elle diminue la durée de sa seconde, dans la deuxième expérience du batelier, comme est diminuée la durée qu'il faut pour rapprocher d'un mètre l'onde et la barque. Elle fait une règle de trois pour chaque vitesse de la barque.

Des deux côtés, il y a une vitesse qui ne change pas, mais ce n'est pas la même. Pour Einstein, c'est la vitesse relative (vitesse de rapprochement des ondes et de la barque); pour Galilée, c'est la vitesse absolue (des ondes par rapport aux bords fixes du bassin).

Remplacez les ondes liquides par des ondes lumineuses, vous passerez de notre fiction au désaccord véritable. Désaccord de théorie? — Non, désaccord de fait. Quand l'observateur va au devant de la Lumière, la vitesse de rapprochement est-elle ou non variable avec la vitesse de l'observateur? — Voilà le problème expérimental. Avant de l'aborder, une nouvelle comparaison est encore utile à la clarté.

2. **Vitesses du son et de la lumière.** — Comme les ondes circulaires progressent à la surface de notre bassin, de même le son progresse par ondes sphériques dans l'air. Il avance à raison de 330 m./sec. La lumière fait de même. Elle est un million de fois plus rapide.

Qu'une troupe soit bombardée par l'ennemi à 3.000 mètres, la lumière de la flamme est vue dès qu'un cent millième de seconde s'est écoulé après le départ du projectile. Temps négligeable. Par contre le coup n'est entendu que dix secondes plus tard. L'intervalle de temps entre les deux perceptions, multiplié par 330 m., fait donc connaître la distance de l'ennemi. Si la distance est connue, l'expérience mesure la vitesse du son.

Par une méthode analogue, l'astronome Rœmer a découvert et mesuré la vitesse de la Lumière. L'attraction universelle de Newton est ici le phénomène rapide, instantané (Laplace); la Lumière, le phénomène à démarche lente.

La célérité n'est pas la seule différence entre la Lumière et le Son : Si le vent souffle de la batterie ennemie, il entraîne avec lui les ondes sonores; sa vitesse s'ajoute aux 330 m. pour apporter le son avec une vitesse accrue. Au con-

traire, le vent n'entraîne pas la Lumière. C'est la Loi de Fresnel-Fizeau (mémoire IV).

3. **Vitesse absolue de la lumière.** — Elle est d'environ 300.000 km./sec. Pour avancer de 30 km., il ne lui faut que 1/10.000 de seconde. Mesurer une durée si courte, et avec précision, fut un tour de force (Fizeau, 1849; Cornu, 1874; Young, 1882; Perrotin, 1900 et 1902). Les mesures les plus précises de la vitesse de la Lumière laissent encore hésiter entre 300.000 et 299.900 km./sec. Soit un flottement d'une centaine de kilomètres.

Pour un avion, une vitesse de 360 km./h., soit 1/10 km./sec., est une jolie vitesse. L'astronomie nous apprend que, dans sa circulation autour du Soleil, la Terre est 300 fois plus rapide. Elle fait 30 km./sec. Si elle va au-devant d'un rayon lumineux, la vitesse relative de la Lumière est augmentée de 30 km., changement inférieur aux 100 kilomètres de flottement des mesures.

Les expériences citées (Fizeau..., etc.) éliminent d'ailleurs cette augmentation de 30 km./sec. car elles mesurent, non pas le temps que le rayon met à parcourir d'un seul trait une distance de 30 km., mais à faire un parcours plus habilement choisi : Le rayon lumineux va d'abord d'un observatoire A à un observatoire B distant de 15 km., puis revient de B en A, après réflexion sur un miroir B; au total 30 km. Si le trajet du rayon d'aller est raccourci parce que le but B vient au-devant de lui, par contre le rayon de retour voit son trajet allongé parce que son but A fuit devant lui. Il y a compensation. De la mesure ainsi faite, la vitesse de la Terre se trouve éliminée. C'est donc la *vitesse absolue* de la Lumière qui est mesurée par la méthode de Fizeau. Remarque d'importance capitale. Pourquoi les Relativistes semblent-ils l'ignorer?

La question est maintenant de savoir si la vitesse relative de la Lumière (dans son trajet d'aller seulement) change quand la vitesse de la Terre change. Il n'est pas impossible que la méthode de Fizeau se perfectionne encore assez pour résoudre le problème. En attendant, il existe déjà d'autres solutions expérimentales. Elles font l'objet du présent article (Chap. II et III). Mais d'abord réfutons un préjugé très répandu.

4. **Préjugé relativiste.** — Il vient d'un abus de la géométrie, au mépris des autres phénomènes. Cette science nous apprend à repérer la position d'un corps par rapport à un autre. Avec ce point de départ, les vitesses ne sont que des changements de la position relative des corps, il n'y a que des vitesses relatives. De là le préjugé que, par des expériences faites en laboratoire clos, il est impossible d'avoir un renseignement sur le mouvement de ce laboratoire. Pourtant le gyroscope nous enseigne que la Terre fait un tour sur elle-même en 24 h. autour de son axe polaire, sans qu'il soit besoin d'observer le ciel étoilé. En outre, la Terre se transporte dans le monde. Il suffit, pour l'apprendre, d'observer une lumière du laboratoire (Miller n° 23, Esclangon n° 13). La chose serait-elle absurde? — Non. Au lieu de repérer le laboratoire sur d'autres corps, sur les astres, il suffit de le repérer sur la Lumière en marche. On connaît la marche de la Lumière. Celle du laboratoire en résulte. Un laboratoire est au repos si la Lumière s'y propage avec la même vitesse relative dans toutes les directions. Ce n'est pas le cas du laboratoire terrestre. Mais il faut des expériences délicates pour s'en apercevoir.

Telles sont, je pense, et l'origine profonde où a pris naissance la théorie d'Einstein, et la cause de son succès inouï. Il importait de signaler le préjugé, de le réfuter dès le début. Une distinction parasite en résulte : Si la Lumière vient d'une lampe de son laboratoire, le Relativiste n'admet pas qu'elle puisse lui révéler le mouvement du laboratoire. Il l'admet au contraire, si la Lumière lui vient d'une étoile. Pourtant le rayon lumineux avance avec la même vitesse dans les deux cas, la vitesse mesurée par Fizeau (n° 3). La Distinction relativiste n'est pas justifiée.

5. **Le problème expérimental.** — La marche de la Lumière observée dans un laboratoire dépend-elle du mouvement du laboratoire? Deux méthodes :

Soit mesurer le temps qu'un rayon met à parcourir sa piste terrestre et chercher l'influence de la vitesse de la Terre sur cette durée, c'est la méthode chronométrique;

Soit mesurer la déviation du rayon lumineux par la vitesse de la Terre, c'est la méthode de l'aberration.

Dans l'emploi de la première méthode, et en vertu du préjugé relativiste, Einstein s'est laissé tromper par le chronomètre faussé de Michelson.

La deuxième méthode échappe à cet écueil, parce qu'elle mesure non pas un temps mais un angle. Elle est plus sûre.

CHAPITRE II

Méthodes d'aberration.

§ I. — Aberration astronomique.

6. **Aberration du tir.** — A la chasse, un lièvre fuit devant vous. Tirez-le. Vous toucherez

au point visé. Qu'au contraire, l'objectif O (fig. 1), gibier levé par un rabatteur R, défile devant l'affût A suivant OO', le chasseur sait bien qu'au moment où le gibier est en O, il doit viser en avant, vers O', plus en avant si l'objectif va plus vite; moins en avant, si sa balle est plus rapide. L'angle AO' avec AO est l'aberration du tir. Il ne dépend pas de la distance de tir, mais seulement du rapport des deux vitesses, celle du gibier et celle de la balle. En effet, pendant la

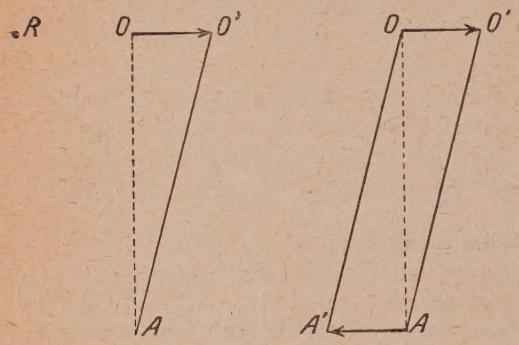

Fig. 1. — Aberration.

durée qui sépare l'instant du tir de celui de la blessure, la victime a parcouru la distance OO' proportionnelle à sa vitesse v; la balle, la distance AO' proportionnelle à sa vitesse V. L'angle de AO' avec AO étant très petit, on l'évalue, comme les artilleurs, avec une approximation suffisante, en radians, par le rapport $OO'/AO' = v/V$. Ceci est de la simple géométrie.

Que l'on vise une étoile, un phénomène analogue se produit.

7. **Aberration astronomique.** — Prenez garde! Tout est renversé quand on passe du tir à l'astronomie. L'observateur qui vise une étoile avec sa lunette n'est pas le chasseur avec son fusil. Il est le gibier qui détale, emporté par la Terre. Le chasseur, c'est l'étoile, située dans la direction $O'A$. Sa ligne de tir est AO'. Qu'est donc la lunette? C'est la plaie du gibier. Le projectile lumineux y pénètre par le bout A jusqu'à l'œil O'.

Pendant que la lumière a parcouru la lunette de A jusqu'en O', avec sa vitesse $V = 300.000$ km./sec., l'oculaire a parcouru OO' avec sa vitesse qui est celle de la Terre $v = 30$ km./sec. Donc, quand la lumière a pénétré dans la lunette par son extrémité A, l'oculaire était en O.

Ainsi, pour voir l'étoile qui est dans la direction $O'A$, il faut mettre la lunette dans la direction OA qui fait avec celle de l'étoile l'angle

$$\widehat{OAO'} = \frac{v}{V} = \frac{30}{300\ 000} = \frac{1}{10\ 000} = 10^{-4} \text{ radians.}$$

Soit 20", en secondes sexagésimales.

C'est l'aberration, l'erreur que fait l'astronome dans sa mesure brute de la position de l'étoile.

8. **Aberration annuelle des étoiles.** — Pendant l'année, la direction de la vitesse OO' de la Terre, comme la Terre elle-même, tourne uniformément dans un plan dont la direction est le plan de l'écliptique. L'aberration fait donc décrire à chaque étoile un petit cercle dont le rayon est vu sous un angle de 20". Si l'astre est vers le pôle de l'écliptique, son cercle d'aberration est vu en vraie grandeur, sans déformation par la perspective. Si l'astre est dans le plan de l'écliptique, son cercle est vu par la tranche. Il prend l'aspect d'un segment rectiligne. Entre les deux cas extrêmes, le cercle d'aberration prend tous les aspects d'une ovale de plus en plus aplatie, depuis le cercle parfait jusqu'au segment rectiligne.

Tel est le phénomène de l'aberration découvert par Bradley (XVIII^e siècle).

9. **Enseignements tirés de l'aberration.** — 1° Le mouvement de la Terre autour du Soleil se trouvant connu par les observations astronomiques du Soleil, interprétées dans le système de Copernic, le phénomène de l'aberration des étoiles est une vérification des résultats de l'astronomie.

Qu'on supprime les observations annuelles du Soleil, l'aberration des étoiles reste. Elle suffit encore à procurer les principaux renseignements sur le mouvement de la Terre, savoir :

2° Si la Terre ne bougeait pas, il n'y aurait pas d'aberration. Donc la Terre se meut.

3° Si même la Terre, tout en circulant, n'avait qu'un mouvement uniforme sur une droite, sa vitesse constante n'imprimerait au ciel, par l'aberration, qu'une déformation constante. Par sa constance, la déformation resterait ignorée des astronomes. Comment savoir que la vision déforme les objets s'ils sont toujours déformés de la même façon? Ainsi l'astronome ne peut connaître que les changements de la déformation du ciel, les changements de l'aberration, les changements de la vitesse de la Terre.

Notre raisonnement semble contredit par la déformation qu'observe le voyageur d'un train sur les parties les plus voisines du paysage. Ce paradoxe fait l'objet de notre numéro 10.

4° Donc la Terre a d'abord sa vitesse de circulation autour du Soleil, vitesse mesurée, tant par les observations du Soleil que par l'aberration. Mais elle peut avoir en plus un mouvement uniforme sur une droite. C'est la part qui lui vient de son entraînement dans la course vagabonde du Soleil à travers le monde. En d'autres mots,

le Soleil ne peut être animé que d'un mouvement rectiligne uniforme que l'aberration astronomique laisse encore inconnu.

5° La composante variable de la vitesse de la Terre est constante en grandeur. Sa direction fait un tour en un an dans le plan de l'écliptique. Telle est la donnée de l'aberration.

6° Qu'à l'observation du Soleil on emprunte seulement son diamètre apparent; il est à peu près constant, égal à un demi-degré. Donc, à peu près constante la distance du Soleil à la Terre. Ajouté à l'aberration ce renseignement prouve qu'autour du Soleil, la Terre décrit sensiblement un cercle d'un mouvement uniforme; qu'en outre, le mouvement du Soleil ne peut être que sensiblement rectiligne et uniforme.

10. **Remarque nécessaire.** — Nous avons *admis* (nos 7 et 8) que les déformations apparentes du ciel viennent seulement de l'angle OAO'. C'est supposer que les directions des droites qui vont de l'œil O aux diverses étoiles forment une configuration invariable, du moins pendant l'année où l'on observe l'évolution complète du phénomène de l'aberration. Hypothèse absurde, en principe, puisque la Terre O se déplace et qu'il en est de même de tous les astres. Pourtant l'hypothèse est pratiquement vraie. En effet, après avoir corrigé (de l'aberration calculée) les positions brutes des étoiles observées chaque jour de l'année, l'astronome constate ceci : avant les corrections, le ciel subit ses déformations de 20". Après les corrections il conserve une forme invariable ou du moins ses déformations sont négligeables par rapport aux 20" de l'aberration. Ce paradoxe, nous l'avons déjà signalé au n° 9 (3°) dans un cas vulgaire. C'est la déformation perspective du paysage pour l'observateur d'un train. L'explication du paradoxe? — La voici :

Pour simplifier, admettons que l'étoile E ne bouge pas, que la Terre se meut seulement autour du Soleil, celui-ci restant fixe. Pendant l'année, la distance maximum de deux positions O et O_1 de la Terre est le diamètre de l'orbite terrestre. Alors l'écart maximum des directions OE et O_1E est, en radians, OO_1/OE. Il suffit que ce rapport soit beaucoup plus petit que l'aberration v/V. Donc notre paradoxe prouve simplement que la distance de l'étoile est infiniment plus grande que le diamètre de l'orbite terrestre, ce qui n'a rien d'étonnant. De telles considérations permettent même une appréciation des distances des étoiles. Elles sont si éloignées que, pour la plus voisine, la Lumière qu'elle nous envoie met trois ans à nous parvenir. Si elle s'éteint, nous ne le saurons que trois ans plus tard.

11. **Conclusion.** — Quoi qu'il en soit de ces conséquences astronomiques, le phénomène de l'aberration impose une vérité certaine, celle-ci :

La vitesse relative de la Lumière change avec la direction de la vitesse de la Terre, pour l'observateur terrestre. Autrement dit, la vitesse relative de la Lumière change avec la vitesse de l'observateur. Ce qui est constant, c'est la vitesse absolue de la Lumière, celle qu'a mesurée Fizeau et qui est égale à 300.000 km/sec. Pour revenir à notre fiction de la barque (n° 1), c'est Galilée qui a raison contre Einstein. Le savant professeur a donc employé un chronomètre faussé (celui de Michelson). Il le sait bien puisqu'il en a calculé le dérèglement; mais il a commis là deux erreurs : D'une part, il attribue à son chronomètre un dérèglement 10.000 fois trop fort (n° 25); d'autre part, à l'en croire, Galilée ne peut pas avoir un bon chronomètre, sous prétexte que tous les chronomètres seraient mathématiquement déréglés par la vitesse avec laquelle on les transporte. Voilà les chronomètres devenus géomètres, pour trahir avec discipline les expérimentateurs. La double erreur d'Einstein est l'expression mathématique du préjugé relativiste contraire à la vérité expérimentale, savoir : Aucune expérience, faite en laboratoire clos, ne peut révéler la vitesse du laboratoire.

La preuve apportée par l'aberration astronomique à la solution de notre querelle est la plus forte de toutes les preuves expérimentales. Pourtant les relativistes la rejettent. Pourquoi? — Parce qu'ils exigent à tort que le rayon lumineux observé vienne d'une lampe attachée au laboratoire comme toutes les autres parties du matériel expérimental. C'est leur préjugé! Donnons-leur satisfaction. Mais disons tout de suite que leur exigence injustifiée entraîne des difficultés expérimentales bien plus grandes. Difficultés vaincues par le Professeur Esclangon, Directeur de l'Observatoire de Paris, comme nous allons maintenant l'expliquer.

§ II. — Aberration d'un rayon réfléchi.

12. **Loi de Descartes et son aberration.** — Quand la Lumière rencontre un miroir, le rayon réfléchi est connu par la loi de Descartes. C'est le symétrique du rayon incident par rapport à la perpendiculaire au miroir. En supposant le laboratoire au repos, cette loi se démontre comme une conséquence de la propagation de la Lumière par ondes sphériques.

Pour Einstein, la loi serait aussi vraie dans tout laboratoire en mouvement. Pour Galilée, au contraire, la vitesse de la Terre écarte le rayon

réfléchi de la position de Descartes. L'écart est l'aberration du rayon réfléchi. Il peut être calculé comme l'aberration astronomique. Seulement, le calcul est plus compliqué. Il donne un résultat bien plus petit.

L'aberration astronomique, nous l'avons vu, a pour valeur, en radians, le quotient $q = \frac{v}{V}$ obtenu en divisant la vitesse v de la Terre par la vitesse V de la Lumière. L'aberration du rayon réfléchi est le carré q^2 de ce nombre. S'agit-il de la vitesse orbitale de la Terre? — Le quotient est $q = 1/10.000$. La nouvelle aberration q^2 est 10.000 fois plus petite. En secondes sexagésimales, cela fait 20" pour l'aberration astronomique; 0",002 pour celle du rayon réfléchi. Angle d'une petitesse décourageante, si petit que personne ne s'en était encore aperçu. Circonstance favorable au préjugé relativiste.

13. **Expériences de M. Esclangon.** — Il fallait l'habile courage de l'astronome Esclangon pour chercher une aberratoin si petite. Il ne l'a pas encore dégagée, mais il en a découvert une autre plus grande et qui masque celle de 0",002 : celle qui vient de la vitesse du Soleil et que l'aberration astronomique fut incapable de nous donner. Pour mieux dire, il a découvert l'aberration qui vient de la vitesse résultante de la Terre.

Découvrir par l'aberration les deux composantes de la vitesse de la Terre, celle qui vient de sa circulation autour du Soleil, puis la vitesse absolue du Soleil est un second problème, plus difficile encore que le premier. Il fait l'objet des nouvelles recherches que le savant astronome poursuit à l'Observatoire de Paris. Désormais averti par son premier travail, il sait mieux comment orienter sa recherche; il sait que la vitesse du Soleil l'emporte sur la vitesse orbitale de la Terre, au point de la masquer. Pour séparer les deux composantes, il faut des expériences habilement combinées, comme celles de Miller (n° 23).

14. **Calculs de M. Carvallo.** — En attendant, j'ai eu la curiosité de rechercher ce qu'on peut tirer du premier travail de M. Esclangon. Mes calculs ont donné une vitesse résultante moyenne de la Terre, 214 km./sec., chiffre d'accord avec les 208 km./sec. trouvés par le professeur Miller pour la vitesse du Soleil (n° 24).

J'ai fait connaître la méthode de mes calculs (mém. II). J'en donnerai le détail dans un autre recueil.

15. **Conclusion.** — Les résultats de M. Esclangon confirment ceux de l'aberration astronomique : Galilée a raison contre Einstein. C'est bien la vitesse absolue de la Lumière qui est constante, non pas sa vitesse relative par rapport à l'observateur mobile.

CHAPITRE III

Méthodes chronométriques.

§ I. — Expérience de Sagnac.

16. **Chronométrie optique.** — Comme un diapason, une source lumineuse vibre, mais plus vite. Tandis que le diapason des musiciens fait 435 vibrations par seconde, les diapasons optiques en font, en moyenne, 600 trillions. Seuls ils sont assez subtils pour servir de chronomètres quand il s'agit de mesurer les différences infimes qui séparent les durées de Galilée de celles d'Einstein. Dès lors, chaque rayon porte en lui son chronomètre; c'est sa vibration lumineuse. Son unité de temps, c'est la durée de sa vibration. Avec son unité de temps, chaque rayon chronomètre sa propre course. Pour comparer correctement les courses de deux rayons, il faut que les deux chronomètres soient bien réglés; qu'ils marquent la même heure au départ, qu'ils aient même marche, enfin qu'ils ne se dérèglent pas en route. Restriction grave. Elle rend la méthode suspecte, moins sûre que celle de l'aberration.

Voici comment on a pensé résoudre la difficulté.

Une coquette vendeuse se mire dans la glace sans tain de sa vitrine. Au travers, elle regarde les passants qui s'attardent à contempler son étalage — peut-être bien aussi sa gracieuse personne. Notre jolie fille a découvert le miroir semi-transparent. Un tel miroir réfléchit une partie seulement de la lumière, et laisse passer l'autre par transparence. Il joue un rôle capital dans les expériences de chronométrie optique. C'est lui qui permet de partager un rayon en deux autres avec l'assurance qu'étant issus d'un même diapason optique, les deux rayons emportent deux chronomètres identiques.

La garantie est-elle complète? — Non. Le rayon lumineux tombe sur le miroir avec sa vitesse énorme de 300.000 km./sec. Le choc pourrait bien dérégler les deux chronomètres, celui du rayon transmis et celui du rayon réfléchi. L'expérience le dira.

Admettons l'identité des deux chronomètres. Pour les comparer, il faut que les deux coursiers arrivent au même but. Là, une plaque photographique, par l'image qu'elle enregistre, fait connaître l'avance du gagnant sur le perdant. Com-

ment? La chose est expliquée dans mon mémoire IV.

17. **Plateau tournant de Sagnac.** — Un plateau circulaire horizontal tourne autour de son axe vertical. Sa vitesse est connue par une mesure cinématique. Laboratoire complet, il porte tout le matériel expérimental : source lumineuse; lame semi-transparente L d'où partent les deux coursiers lumineux A et B; plaque photographique P où ils aboutissent; enfin, miroirs qui dirigent A et B sur une même piste faisant le tour du plateau, mais de façon que A parcoure la piste dans le sens du mouvement du plateau; B, en sens inverse. La piste est un polygone inscrit dans la circonférence du plateau.

Partant de L, où ils se séparent, les deux rayons se rejoignent en L, pour cheminer ensemble jusqu'à la plaque P qui chronomètre leur course. Sur l'image que la photographie a fixée, on lit l'avance de B sur A. En effet la piste, par sa rotation, va au-devant du coursier B. Celui-ci voit son trajet diminué. Le trajet de A est augmenté d'autant. L'avance de B sur A est le double de l'avantage que la vitesse du plateau procure au coursier B. Que, dans une deuxième expérience, on renverse le sens de la rotation du plateau, c'est A qui se trouve avantagé. L'effet est donc encore doublé par la comparaison des deux images enregistrées. Voilà l'expérience de Sagnac.

Par la cinématique de Galilée, celle du sens commun, l'effet à observer peut être calculé dès qu'on connaît la vitesse du plateau tournant. Le résultat du calcul est vérifié par l'expérience.

18. **Conclusion.** — Ici encore Galilée a raison. Contre Einstein? Oui, contre Einstein, quoi qu'en pensent les relativistes. D'après eux, il faudrait distinguer deux cas : La translation, mouvement de tiroir; la rotation, mouvement de toupie. Pour la translation seule, ils contrediraient Galilée. Pour la rotation, ils seraient d'accord avec lui. C'est encore un de leurs préjugés. Je le réfuterai plus loin (n° 26).

§ II. — Expériences de l'école Michelson.

19. **But et méthode** (fig. 2). — Il s'agit de chronométrer l'influence de la vitesse de la Terre sur la vitesse relative de la Lumière par rapport au laboratoire terrestre.

Deux coursiers lumineux identiques A et B partent d'une lame semi-transparente L vers des buts différents M et N situés à la même distance, 1 mètre par exemple. Si la piste LM est perpendiculaire à la vitesse de la Terre, celle-ci n'a pas d'action sensible sur la durée du trajet, durée qui a pour valeur, en secondes :

$$t = \frac{1 \text{ m.}}{300.000 \text{ km.}} = \frac{1}{300.000.000} \text{ de seconde,}$$

soit, en unités du chronomètre lumineux,

$$t = \frac{600 \text{ trillions}}{300 \text{ millions}} = 2.000.000 = 2 \times 10^6$$

vibrations lumineuses.

Si la piste LN a même direction que la vitesse v de la Terre, le coursier B voit son but fuir devant lui. La durée de son trajet est augmen-

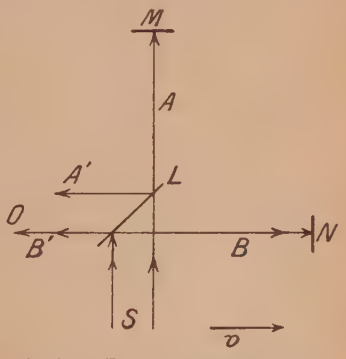

Fig. 2. — Expérience de Michelson.

tée. L'excès est facile à calculer. C'est une fraction de la durée t, fraction égale à $q = v/V$, $\left(\frac{1}{10.000}\right.$, dans le cas de la vitesse orbitale), soit :

$$qt = \frac{2 \times 10^6}{10^4} = 200 \text{ vibrations lumineuses.}$$

Voilà le gain de A sur B, pour les pistes terrestres égales LM et LN. Chronométrer un temps si court ne peut être fait que par la lumière même. La chose n'est possible que si les deux coursiers apportent leurs chronomètres au même but. Michelson n'a pas trouvé mieux que de les renvoyer sur L par des miroirs placés en M et N. Les rayons de retour A' et B' sont reçus, au delà de L par l'œil ou la plaque photographique placée en O.

Nouvelle difficulté! Au retour de N en L, le coursier B voit son but L venir au-devant de lui. Il regagne presque exactement ce qu'il avait perdu à l'aller. Les deux coursiers arrivent à peu près ex æquo. C'est un échec. Echec évité par l'habile méthode de Sagnac. Dans son expérience en effet, si t est la durée du parcours de la Lumière sur sa piste au repos, $2\,qt$ est le gain du coursier A sur le coursier B. Je suppose ici que le plateau tourne dans le sens de B; que sa vitesse périphérique soit v; que la piste lumineuse soit, pour simplifier, *la circonférence qui limite le plateau.*

Supériorité de la méthode de Sagnac, infériorité de celle de Michelson.

Michelson était trop habile et tenace pour reculer devant l'infériorité de sa méthode. Poussant plus loin la précision du calcul, il a trouvé les résultats suivants. La piste LML du rayon A serait parcourue dans le temps $t = \frac{LML}{V}$ si la Terre était au repos. Du fait de la vitesse de la Terre,

la durée du parcours de A est allongée de $\frac{q^2}{2}\,t$,

celle du rayon B — — — $q^2\,t$.

Finalement, A gagne sur B de $\frac{q^2}{2}\,t$

Pour faire une comparaison, supposons que les durées de parcours des pistes des deux savants soient égales, que la vitesse périphérique du plateau Sagnac soit égale à la vitesse de la Terre (30 km./sec.),

le nombre de Sagnac est $2\,qt \left(q = \frac{v}{V}\right)$

le nombre de Michelson est $\frac{q^2}{2}\,t$.

S'il s'agit de la vitesse orbitale $\left(q = \frac{1}{10.000}\right)$ le nombre de Michelson est 40.000 fois plus petit que le nombre de Sagnac.

Ce nombre 40.000 mesure l'avantage de Sagnac sur Michelson, de même que le nombre 10.000 mesurait l'avantage de l'aberration astronomique sur l'aberration du rayon réfléchi (n° 12). A cause du facteur q du nombre de Sagnac, du facteur q^2 du nombre de Michelson, on dit que l'effet Sagnac est du premier ordre; l'effet Michelson, du second ordre par rapport au nombre petit $q = \frac{v}{V}$, $\left(\frac{1}{10.000}\right.$ s'il s'agit de la vitesse orbitale de la Terre).

On voit combien les méthodes de Michelson et d'Esclangon sont inférieures à celles de Bradley et de Sagnac pour trancher le différend Galilée-Einstein. Celle de Michelson est en outre inférieure à celle d'Esclangon puisqu'elle est entachée de l'incertitude sur la marche des chronomètres lumineux. De toutes les expériences, celle de Michelson est la plus sujette à erreur.

20. **Expérience de Michelson.** — Le système optique qu'on vient de décrire est l'interféromètre de Michelson. Il est monté sur un bâti horizontal mobile autour d'un axe vertical. Voulant mesurer l'effet de la vitesse orbitale de la Terre, Michelson oriente d'abord le bras LN vers le Soleil. Alors, A doit gagner sur B de $\frac{q^2}{2}\,t$. Puis il tourne l'interféromètre de 90°. Les rôles sont renversés, B doit gagner de $\frac{q^2}{2}\,t$. La comparaison des images photographiées dans les deux positions donnera le double q^2t de l'effet de la vitesse orbitale.

D'où l'on déduira $q = \frac{v}{V}$, puis la vitesse v de la Terre sur son orbite.

Le résultat observé est bien plus petit que l'effet prévu q^2t; si bien que la vitesse orbitale déduite de la mesure serait 1 km./sec. au lieu de 30, résultat trente fois trop faible.

21. **Postulat relativiste.** — Malgré la contradiction de cette expérience suspecte avec les autres plus sûres, le préjugé relativiste l'a fait adopter sans réserve. On pense que le petit effet observé est une erreur d'expérience. Et l'on va répétant que l'expérience de Michelson a donné un résultat négatif; que *toute expérience purement terrestre est destinée à l'échec étant, à priori, incapable de révéler la vitesse de la Terre.* C'est le postulat de la Relativité.

22. **Nouvelles recherches.** — Michelson avait des idées trop positives pour admettre une telle contradiction de son expérience avec l'aberration des étoiles et les expériences de Fizeau sur la vitesse de la Lumière. « Je n'ai pas voulu cela », dit-il un jour dans une conférence à la Société Française de Physique (1920). Il a poursuivi ses recherches par lui-même et par ses élèves. Enoncer seulement ces recherches serait trop long. Elles n'ont pas apporté grand'chose jusqu'au jour (1933) où Miller a trouvé le succès au bout de recherches vraiment héroïques poursuivies depuis 1905.

23. **Expériences de Miller.** — C'est l'expérience de Michelson, améliorée dans ses détails et organisée en séries, notamment dans les directions que voici :

1° La piste des rayons est allongée, portée de 1 mètre environ à 32 mètres de façon à rendre 30 fois plus grand le petit effet observé par Michelson.

2° Michelson n'a cherché que la vitesse orbitale de la Terre, parce qu'elle est bien connue par l'astronomie. Miller voulut faire plus : Trouver, à toute heure, la vitesse résultante CT de la Terre (fig. 3). Elle est variable et inconnue, car elle est composée de la vitesse inconnue CS du Soleil et de la vitesse orbitale ST de la Terre autour du Soleil, vitesse constante en grandeur, mais qui fait un tour en un an, dans le plan de l'écliptique. La direction résultante CT étant inconnue, il faut, pour la découvrir, mettre la direction du bras OLN de la lunette d'observation, successivement dans tous les azimuts. Les résultats du tour d'horizon, mis en courbe, font connaître, à l'heure de ce tour, la projection de la vitesse CT sur le plan horizontal.

3° En faisant un tour d'horizon à chaque heure du jour, on a les éléments nécessaires pour calculer, par rapport à la sphère céleste, la vitesse résultante CT en ce jour : sa grandeur, puis son *apex;* point où la direction de la vitesse va percer le ciel étoilé, y marquant en quelque sorte une étoile fictive.

4° En faisant le même travail aux quatre saisons de l'année, on doit voir changer la vitesse CT, car la composante orbitale ST fait son tour

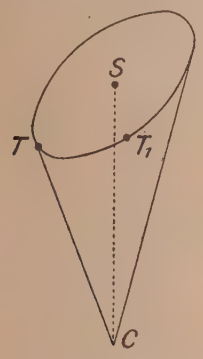

Fig. 3. — Vitesse de la Terre.

en un an, tandis que la vitesse CS du Soleil est invariable. Finalement, CT, vitesse résultante de la Terre décrit un cône qui a pour sommet C et pour base le cercle STT_1.

24. **Résultats.** — La figure $CSTT_1$ (fig. 3), construite avec les résultats bruts des expériences est bien semblable à celle qui résulte du calcul galiléen; mais le cercle STT_1 se trouve avoir un rayon vingt fois trop faible : 1,5 km. au lieu de 30 km. Ainsi, l'interféromètre contredit à la fois Einstein (parce qu'il manifeste la vitesse terrestre) et Galilée (puisqu'il la manifeste à échelle réduite). Il y a plus, l'interféromètre se contredit lui-même. En effet, l'échelle de réduction change quand on passe d'un expérimentateur à un autre, disons plutôt, d'un appareil à un autre. Constatation faite par Miller dans la comparaison de ses résultats avec ceux des autres savants. Comment ne pas conclure que l'interféromètre porte en lui quelque cause perturbatrice? Quelle que soit cette cause, Miller a pris la décision qui s'impose : Multiplier par 20 les résultats bruts de ses expériences. Coïncidence remarquable! Par cette multiplication, il trouve pour la vitesse du Soleil celle que j'avais, de mon côté tirée des mesures d'Esclangon [1].

1. En 1932, j'ai communiqué les résultats de mes calculs au colonel Corps et, par son intermédiaire, au professeur Esclangon. Obéissant à leur conseils de prudence, je n'ai pas alors publié mes résultats. Je ne m'y suis décidé qu'après avoir pris connaissance du dernier mémoire de Miller (1933) et constaté mon accord avec lui.

25. **Conclusions.** — Que conclure? Sinon que l'erreur chronométrique, évitée par Esclangon, est précisément la cause perturbatrice de l'interféromètre. Quel est donc le dérèglement des chronomètres? — Mettons les choses au pire, comme les Relativistes, comme j'ai fait moi-même en 1931 (mémoire I) : Dans l'interféromètre, la vitesse de la Terre ne se manifeste pas du tout. C'est le postulat. Il faut alors que l'unité chronométrique, dans le parcours LML, soit allongée dans la même proportion que la durée de ce parcours, de façon à masquer le dit allongement. Allongement q^2t (n° 20). S'il s'agit de la vitesse orbitale ($q = 10^{-4}$), q^2 a pour valeur $10^{-8} = \frac{1}{100.000.000}$. Ainsi, pour masquer totalement l'influence de la vitesse orbitale, il suffit que la durée de la vibration lumineuse du rayon LML de l'interféromètre soit changée seulement d'un centmillionième de sa valeur. L'étude des radiations fournit des exemples de tels changements de fréquence (Déplacement des raies spectrales, phosphorescence).

Celui qu'on vient de découvrir dans l'interféromètre peut avoir pour cause une loi de Faraday sur l'électromagnétisme : La mince argenture de la lame semi-transparente coupe le champ magnétique avec la vitesse de la Terre. La coupure détermine une force électromotrice induite qui s'ajoute à celles qui, dans le cas du repos, règlent la Lumière. Elle trouble donc les lois de la réflexion métallique faite sur un miroir en repos. Suivant l'épaisseur de la couche métallique, le trouble est plus ou moins grand. Il serait probablement nul en supprimant le métal. Une telle expérience peut et doit être tentée (mémoire IV).

CHAPITRE IV

Préjugés relativistes.

26. **Sur l'expérience de Sagnac.** — Nous avons vu, (n° 18) que cette admirable expérience est d'accord avec toutes les autres pour donner raison à Galilée et, j'ajoute, contre Einstein.

Le professeur Langevin a pensé démontrer le contraire (*Comptes rendus*, 1921, t. CLXXIII), et chacun de répéter que l'expérience de Sagnac ne prouve rien contre Einstein.

C'est, à mon avis, un nouveau préjugé ajouté aux autres. Voici mes raisons.

Dans les formules de M. Langevin, on lit deux postulats implicites :

1° Le plateau étant au repos, la vitesse de la Lumière sur tous les éléments de sa piste est la même (les 300.000 km./sec. de Fizeau);

2° Pour passer du repos au plateau tournant, il

suffit de faire le changement de coordonnées galiléen.

Or, ce sont là les principes mêmes de Galilée. Dans le texte, l'auteur prétend que son calcul est einsteinien. Prétention facile, mais contestable.

Prétention facile, parce que, si le postulat d'Einstein précise bien la règle admise dans le cas où le laboratoire est seulement animé d'une translation; par contre, sur le cas de la rotation, il ne dit rien. Il laisse libre cours à la fantaisie.

Prétention contestable, car la fantaisie relativiste est forte de dire par les calculs : Dans le cas de la translation, c'est la vitesse relative de la Lumière qui est constante. Dans le cas de la rotation, c'est la vitesse absolue; la vitesse relative s'en déduit par la cinématique de Galilée.

Certes M. Langevin ne le dit pas dans son texte. Il dit même que le calcul relativiste rigoureux différerait de celui de Galilée par un terme du second ordre q^2t; terme négligeable devant le terme qt mesuré par Sagnac. La contradiction des postulats n'en subsiste pas moins, à l'approximation du premier ordre, quand le relativiste passe de la translation à la rotaion.

Regardons la chose de plus près.

Remplacez le plateau de Sagnac, petit, tournant vite, par la grande Terre dont la rotation lente ne fait qu'un tour en 24 heures (expérience réalisée par Michelson, 1925); alors chaque élément du plateau avance vite et tourne peu sur lui-même. Négligeons la rotation. Einstein doit appliquer son postulat : Dans le mouvement relatif de la lumière, la durée de son trajet demeure inchangée sur chaque élément de la trajectoire, donc aussi sur la trajectoire totale. Au contraire, Galilée voit la durée t du trajet augmentée de qt par le mouvement. C'est bien du premier ordre et non du second qu'est l'écart entre Einstein et Galilée dans l'expérience de Sagnac.

Mon argumentation est de sens commun. Convaincra-t-elle les Relativistes? Je voudrais l'espérer.

27. **Sur l'électromagnétisme.** — Les résultats expérimentaux de cette Science sont indépendants de la saison, donc de la vitesse de la Terre. Voilà ce qu'on répète. Préjugé encore. — Dans aucune des expériences dont il s'agit, on n'a recherché l'influence de la vitesse, ni constaté que l'effet prévu soit inexistant. Dans l'optique seule ont été faites les expériences de recherche. Toutes ont été examinées dans ce mémoire. Toutes ont manifesté l'influence prévue de la vitesse de la Terre.

28. **Sur la mécanique.** — Comme la géométrie, cette science apprend à repérer un corps par rapport à un autre. Donc le mouvement absolu, le repos absolu, sont choses dénuées de signification. — Préjugé! — Je l'ai réfuté dans le cours de cet article. Le mal est qu'il est énoncé dans le programme du baccalauréat, répété par les professeurs. Il rend la mécanique de Galilée incompréhensible. Faut-il enseigner celle d'Einstein? Elle est plus difficile encore. Painlevé lui-même s'y est trompé. C'est la mécanique de Galilée qu'on enseigne. Déjà obscurcie par d'autres erreurs pédagogiques inspirées par l'esprit géométrique, cette science est plus que jamais incomprise. J'ai développé ce sujet dans mon mémoire IV.

29. **Sur l'harmonie nouvelle.** — Les poètes de la Relativité ont chanté l'harmonie des théories nouvelles. Les disciples répètent le chant d'amour. — Préjugé. — Quand l'Amour Relativiste aura retiré son bandeau, que verra-t-il? — Le désaccord au lieu de l'harmonie; la plus mauvaise expérience mal interprétée, en raison d'idées préconçues de géomètre; la fausse interprétation opposée aux expériences les plus certaines; les formules d'un groupe de transformations mathématiques opposées aux lois expérimentales; une invention de calculateur mise à la place du sens commun.

Qu'attend l'Amour Relativiste pour retirer son bandeau? Des expériences nouvelles? Je les attends aussi. Mais j'exhorte le charmant séducteur à retirer son bandeau pour mieux voir.

30. **Le faux dieu.** — Une opinion me reste à écarter. Ceux qui me connaissent mal pourront croire que j'attaque l'Ecole Relativiste, ses chefs, ses théories. Non, je respecte les hommes et leur noble effort. L'erreur que je poursuis est une erreur de fait. C'est le faux dieu mis dans le tabernacle, à l'exclusion de la Loi divine révélée aux hommes clairvoyants par ses manifestations matérielles.

E. Carvallo.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
en relation avec les numéros du mémoire.

1. Einstein : Théorie de la Relativité, Paris, Gauthier-Villars, 1925.
2. Rœmer : Démonstration touchant le mouvement de la Lumière. *Anc. Mém. de l'Acad. de Paris*, t. I et X, p. 575, 1666.
2. Laplace : Traité de Mécanique Céleste. *Œuvres*, édit. 1853, t. IV, livre X, chap. VII, n° 22, p. 326.
2. Fresnel : Sur l'influence du mouvement de la Terre dans quelques phénomènes optiques. *Ann. de chim. et de phys.* 2e série, t. IX, p. 56, 1818.
2. Fizeau : Sur les hypothèses relatives à l'éther lumineux... *Ann. de chim. et de phys.*, t. LVII, p. 385, 1859.

3. Fizeau : Note sur une expérience relative à la vitesse de la Lumière, *Comptes Rendus des Séances de l'Acad. des Sc.*, t. XXIX, p. 90, 1859.
8. Bradley : A new apparent motion discovered in the fixed Stars... *Phil. trans.*, p. 58, 1728.
13. Esclangon E. : Sur une dissymétrie optique de l'espace. *Journal des Observateurs*, vol. XI, p. 49, 1926.
17. Sagnac : Effet tourbillonnaire optique. *Journal de Physique*, 5e série, t. IV, p. 177, mars 1914.
19. Michelson : Sur le mouvement relatif de la Terre et de l'éther. *American Journal of Science and Arts*, t. XXI, p. 120, 1881.
23. Dayton, C. Miller : The Ether Drift Experiment... *Reviews of Modern Physics*, vol. V, p. 204, july 1933.
26. Langevin : Sur la théorie de la Relativité et l'expérience de Sagnac. *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, t. CLXXIII, p. 831, 1921.
26. Michelson et Gale : L'effet de la rotation de la Terre sur la vitesse de la Lumière. *Nature*, t. CXV, p. 566, 1925.
27. Langevin : Le Principe de Relativité, Paris, Chiron, édit., p. 17, 1922.
28. Langevin : *Ibid.*, p. 14 ; — *Programme du Baccalauréat, 2e partie* (Math.), 1934.

ESSAI DE SYNTHÈSE DU NEOPALLIUM MAMMALIEN [1]

Le cerveau proprement dit, télencéphale ou cerveau antérieur, des Mammifères se divise naturellement, comme l'on sait, en deux parties morphologiquement bien distinctes, le rhinencéphale

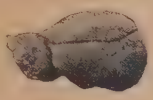

Fig. 1. — Predominance du rhinencéphale sur le néopallium et lissencéphalie chez le Hérisson.

répondant uniquement à l'écorce et aux voies olfactives, le néopallium qui correspond à tout le reste, c'est-à-dire aux centres et aux voies de conduction de la sensibilité générale, à ceux de toutes les sensibilités particulières, le sens de l'olfaction seul exclus, aux centres et aux voies de conduction de la motilité, enfin aux fonctions d'association.

Le rhinencéphale est la formation la plus ancienne. Chez les Vertébrés qu'on appelle inférieurs, il constitue la plus grande partie du manteau télencéphalique ; dans tous les groupes mammaliens au contraire, c'est un système atrophié. Encore relativement développé chez les Marsupiaux et les Monotrèmes, même chez les Insectivores, il atteint, chez les Primates, plus particulièrement chez l'Homme, et chez les Cétacés dont certains, les Delphinidés, ont même complètement perdu leur fonction olfactive, son maximum de régression.

Le néopallium au contraire s'accroît proportionnellement partout à mesure que le rhinencéphale diminue d'importance.

La caractéristique morphologique du néopallium est de posséder des plissements ; en d'autres termes, c'est une masse circonvolutionnée, mais qui

1. Conférence donnée le 16 octobre 1934 à l'Université de Budapest et le 22 novembre 1934 à la séance de rentrée de l'Institut grand-ducal, à Luxembourg.
Voir pour plus de détails sur la question, abstraction faite des nouvelles recherches : R. Anthony, Leçons sur le cerveau, Doin, Paris 1928. Beaucoup des figures du présent article sont extraites de cet ouvrage.

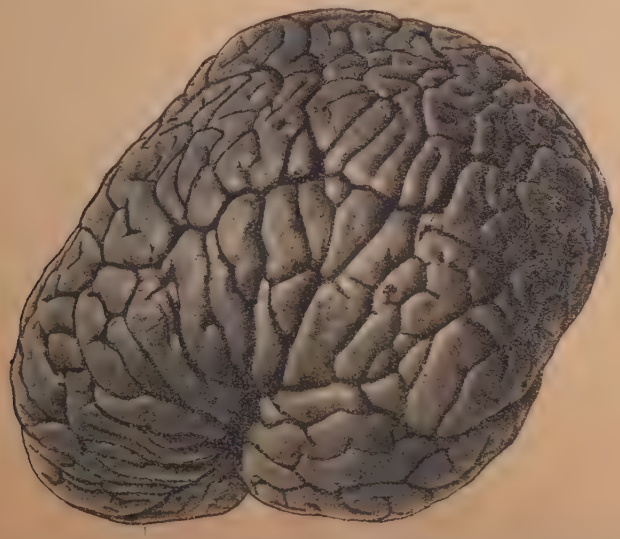

Fig. 2. — Régression totale du rhinencéphale et gyrencéphalie très accusée chez le Dauphin.

l'est plus ou moins suivant les cas. D'une façon générale, on peut dire qu'un cerveau est d'autant plissé qu'il est plus volumineux. Par exemple le cerveau d'un Eléphant qui pèse 5 kilos et demi, celui d'une Baleine ou d'un Baleinoptère, celui de l'Homme, sont plissés à l'extrême (gyrencéphalie), alors que celui d'une Souris qui ne pèse pas plus d'un demi-gramme ou celui d'un petit Insectivore est dépourvu de tout sillon (lissencéphalie).

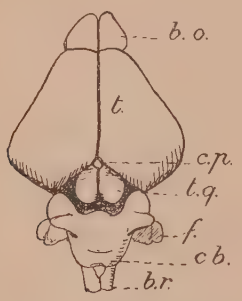

Fig. 3. — Lissencéphalie chez le *Macroscelides proboscideus*, Shaw (Insectivore).

Le volume du cerveau dépend de deux facteurs ; d'une part, son augmentation peut résulter, comme chez l'Homme, et d'une façon générale

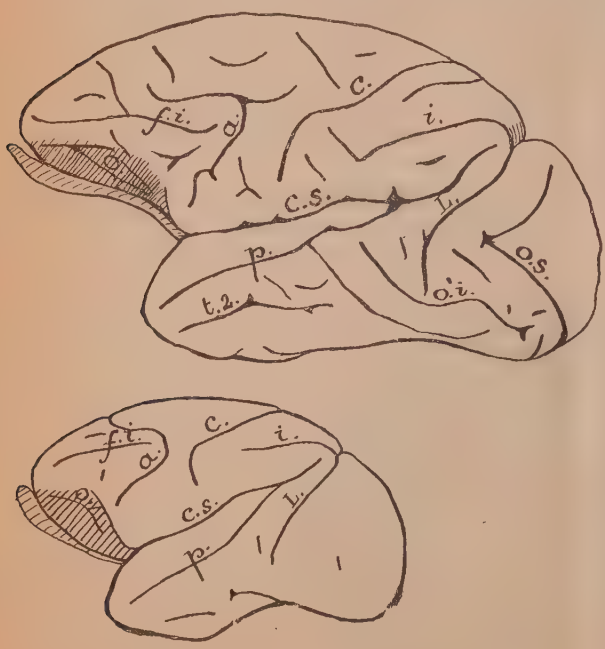

Fig. 4. — Morphologie comparée de l'écorce néopalléale chez un Cynocéphale et un Macaque.

chez les Primates, du développement des fonctions d'association ; d'autre part, il est en rapport avec le volume somatique : plus celui-ci est grand, plus le cerveau est volumineux. Les cerveaux les plus plissés seraient donc dans l'ensemble d'une part ceux des animaux les plus développés au point de vue intellectuel, d'autre part ceux aussi des plus gros animaux. Quand on rapproche des espèces zoologiquement très voisines et par conséquent d'une intelligence supposée égale comme par exemple le Tigre et le Chat, un Cynocéphale de grande taille et un Macaque beaucoup plus petit, on constate immédiatement que le cerveau le plus plissé est celui de l'animal le plus volumineux.

La comparaison des stades de développement à l'intérieur d'une même espèce conduit au surplus aux mêmes résultats que celle des espèces voisines de tailles différentes. Les Mammifères dont le cerveau est le plus plissé à l'âge adulte ont un cerveau lisse au début ; et, à mesure qu'il augmente de taille, en même temps que l'animal grandit, les sillons se développent de plus en plus nombreux à sa surface.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur une représentation de cerveau humain datant du XVII[e] ou du XVIII[e] siècles pour se rendre compte immédiatement de ce que les anatomistes d'alors ne comprenaient absolument rien aux plissements néopalléaux ; ils les regardaient comme d'une disposition quelconque et les assimilaient, au point de vue de l'apparence, aux circonvolutions que peut décrire un intestin.

Les premiers sillons que l'on distingua comme constants et caractéristiques dans le cerveau humain, le seul dont on essayait autrefois d'approfondir l'examen, sont, comme l'on sait, ceux auxquels nous donnons encore aujourd'hui les noms de Sylvius et de Rolando.

Au début, on n'alla pas beaucoup plus loin, car c'est seulement avec Broca, le fondateur de l'Anthropologie que nous voyons apparaître pour la première fois un plan de description du néopallium humain. Le plan de Broca est véritablement une œuvre de génie ; il a rendu et rend toujours, puisque c'est lui qu'on suit encore dans les traités d'anatomie humaine, les plus immenses services. Outre son intérêt pratique incontestable, il a même déjà la valeur d'une synthèse scientifique, puisqu'il permet les comparaisons entre Primates, c'est-à-dire qu'il permet d'étudier comparativement le cerveau de l'Homme et des Singes et même celui des Lémuriens. Cependant, il faut reconnaître que ce n'est qu'une synthèse incomplète puisqu'il ne permet aucune comparaison des Primates aux non Primates.

En même temps que Broca, un autre anatomiste français, Leuret, étudiait aussi le cerveau mammalien, mais, au contraire, celui des non-Primates, et, ce faisant, il aboutit à une nomenclature remar-

quable de clarté mais tout à fait indépendante de celle que Broca avait élaborée pour l'Homme et pour les Singes.

De cette sorte, on se trouva dès lors en présence de deux plans de description n'ayant rien de commun, l'un pour les Primates, l'autre pour l'ensemble des non-Primates, et, il en résultait que, d'un groupe à l'autre, aucune comparaison n'était possible.

Le problème consistait à utiliser ces deux ensembles de résultats pour essayer d'obtenir finalement la synthèse du cerveau mammalien. Ce fut comme je vais essayer de le montrer l'œuvre des successeurs de Broca et de Leuret dans le dernier tiers du siècle passé et les premières années de celui-ci.

L'expérience des recherches sur la morphologie néopalléale enseigne que, pour distinguer les caractères essentiels du néopallium mammalien, c'est les Carnassiers les moins compliqués à cet égard, c'est-à-dire les Canidés et les Félidés, qu'il convient de prendre comme point de départ.

Si l'on considère par sa face externe un cerveau de Canidé, Chien, Loup, Chacal ou Renard, on aperçoit près de son bord inférieur une scissure légèrement coudée en son milieu et décrivant un angle très obtus ouvert inférieurement, c'est la scissure rhinale séparant le néopallium

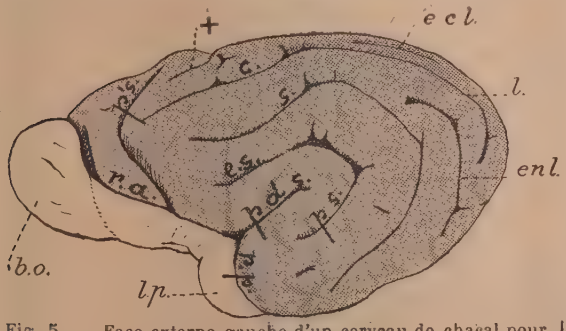

Fig. 5. — Face externe gauche d'un cerveau de chacal pour montrer les sillons néopalléaux. *r.a.* rhinale antérieure. — *r.p.* rhinale postérieure. — *s.* suprasylvia. — *e.s.* ectosylvia. — *c.* coronal. — *l.* latéral. — + crucial.

situé au-dessus d'elle du rhinencéphale situé au-dessous. Au cours du développement, c'est, chez tout Mammifère, le premier sillon qui apparaît à la face externe du télencéphale.

Le néopallium dont seul nous avons à nous occuper se montre parcouru d'un système de sillons arqués s'emboîtant les uns dans les autres.

Au deuxième de ces sillons arqués en partant de la base, c'est-à-dire de la rhinale, on donne le nom de suprasylvia en en distinguant parfois la branche postérieure sous le nom de post-sylvia. La suprasylvia est le plus important de tous les sillons néopalléaux externes. En effet, le premier sillon qui apparaît sur la face externe, au cours de l'ontogénie individuelle de n'importe quel non Primate, le seul sillon qui existe chez n'importe quel non-Primate quand son néopallium presque lisse ne possède qu'un seul sillon, occupe toujours la place, a toujours la direction et les rapports de la suprasylvia du Chien.

Se branchant obliquement sur la partie antérieure de la rhinale est un autre sillon auquel on donne le nom de présylvia et qui affecte avec le claustrum ou avant-mur des rapports toujours identiques dans toute la série mammalienne. Au point de vue embryologique c'est aussi un sillon de formation très précoce et d'autre part c'est lui qu'on trouve accompagnant la suprasylvia dès qu'un néopallium possède plus d'un plissement à sa face externe.

Fig. 6. — Les rapports de la présylvia P, et du claustrum *c*, chez le chien.

J'ai montré avec A. S. de Santa Maria que les trois sillons qui viennent d'être nommés (Rhinale, Suprasylvia, Présylvia) délimitent, à la surface du néopallium, deux territoires naturels : à l'intérieur des trois sillons, le territoire central que nous avons ainsi nommé parce qu'il correspond en tout ou en partie aux noyaux gris cen-

Fig. 7. — Les subdivisions du territoire central chez le Renard : en pointillé, gyrus arcuatus n° 1. — En grisé, gyrus arcuatus n° 2. — En hachures, gyrus reuniens.

traux; à leur extérieur, le territoire périphérique qui s'étendant sur toute la face interne de l'hémisphère correspond au centre ovale. Le territoire central et le territoire périphérique communiquent

en avant par un large pli de passage, le gyrus reuniens.

Nous allons examiner séparément chez les Canidés les deux territoires néopalléaux, central et périphérique.

Le territoire central ne comprend que deux sillons : d'une part, l'ectosylvia concentrique à la suprasylvia et qui chez les Félins et les Hyènes, très semblables aux Canidés par ailleurs, a pour caractéristique d'être interrompu au niveau de sa coudure (gyrus felinus); d'autre part, la pseudosylvia, sillon oblique qui rencontre la rhinale au niveau de son point de coudure.

Le territoire périphérique comprend d'abord sur la face externe du cerveau un troisième sillon

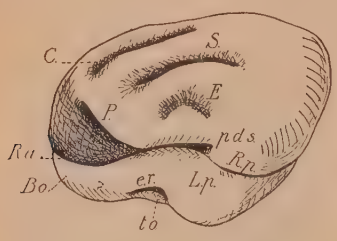

Fig. 8. — L'état de développement d'un néopallium de Chacal peu avant la naissance.

arqué le latéral, prolongé en avant par le coronal et dont la partie postérieure est souvent désignée sous le nom de postlatéral; sur les très gros cerveaux, ceux par exemple des Chiens de grandes races, deux sillons de complication s'ajoutent au latéral, au-dessus de lui l'entolatéral, et, au-dessous l'ectolatéral; de l'existence de ces trois sillons arqués (ectosylvia-suprasylvia-coronolatéral) résulte que, sur la face externe du cerveau des Canidés, on peut compter quatre circonvolutions dites circonvolutions arquées de Leuret et qu'on désigne de bas en haut par les chiffres I, II, III, IV, les deux premières seules faisant partie du territoire central et les autres du territoire périphérique. Si nous passons maintenant à la face interne de l'hémisphère nous voyons un grand sillon limbique entourant le hile cérébral et auquel on donne le nom de splénial; il est composé, d'arrière en avant, de trois parties, tantôt réunies, tantôt séparées : la calcarine ou praestriatus, ainsi appelée parce qu'elle marque toujours sur la face néopalléale interne, la limite antérieure de l'aire corticale visuelle ou aire striée, l'intercalaire, et, enfin, en avant, le crucial qui incisant le bord mésial de l'hémisphère passe sur sa face externe; le crucial affecte, comme l'on sait, des rapports constants et caractéristiques avec l'aire corticale de la motricité volontaire laquelle occupe la circonvolution qui l'entoure (gyrus sigmoïdes).

Cette description du néopallium valable pour les Canidés, les Félidés et les Hyaenidés ne correspond point à ce que l'on observe chez les Carnassiers du groupe des Arctoïdes, c'est-à-dire les Procyonidés, les Mustélidés et les Ursidés; là, on compte seulement trois circonvolutions arquées au lieu de quatre à la surface externe du cerveau, et le territoire central ne comporte qu'une seule circonvolution arquée.

C'est Sir William Turner qui, le premier, a interprété cette disposition, et, ce faisant, il a posé, en 1888, la première pierre de la synthèse du néo-

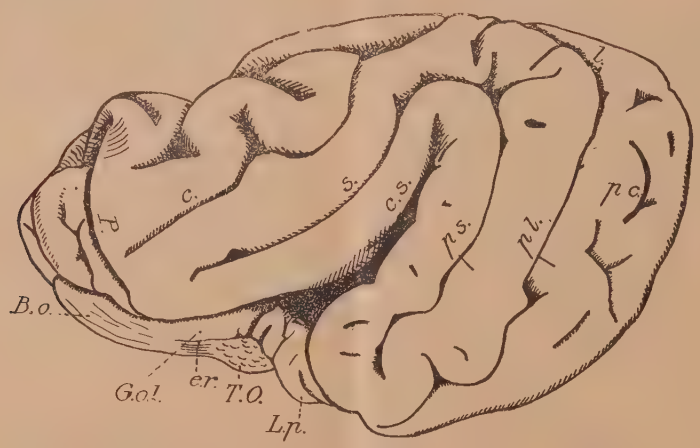

Fig. 9. — Face extérieure gauche d'un cerveau d'Ours blanc.

pallium mammalien. Chez les Carnassiers arctoïdes, il existe, en raison du développement excessif de la lèvre supérieure de l'ectosylvia, une operculisation totale de la première circonvolution de Leuret. En d'autres termes, celle-ci se trouve placée avec son sillon axial, pseudosylvia, au fond d'une fente profonde dont les bords sont constitués par la circonvolution arquée n° 2. C'est cette fente profonde à laquelle j'ai donné le nom de

Complexe sylvien. Ce n'est point en effet un sillon comme la pseudosylvia du Chien dont il a la direction et avec laquelle on pourrait le confondre, mais l'entrée d'une cavité au fond de laquelle sont des sillons. Et ce qui prouve que l'interprétation de Sir William Turner n'est point erronée c'est que, comme je l'ai montré avec mon élève, le Dr Botez, aujourd'hui professeur à l'Université de Jassy, on peut suivre chez les Arctoïdes; au cours du développement individuel, l'operculisation progressive de la première circonvolution arquée.

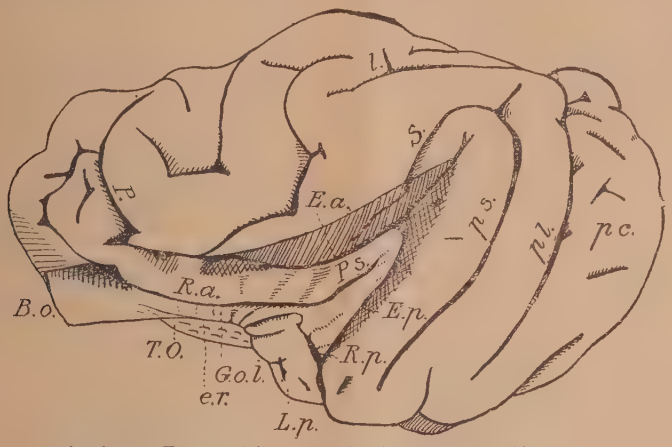

Fig. 10. — Face extérieure gauche d'un cerveau d'Ours blanc disséqué pour montrer l'operculisation du gyrus arcuatus n° 1.

Fig. 11. — Face externe droite d'un cerveau d'Ours blanc, 22 jours après la naissance, pour montrer la marche progressive de l'operculisation du gyrus arcuatus n° 1.

Le fait de l'operculisation d'une portion du territoire central est extrêmement répandu chez les Mammifères; nous venons de voir que cette operculisation existe chez les Carnassiers arctoïdes; elle s'observe aussi chez les Pinnipèdes qui ne sont en somme que des arctoïdes adaptés à la vie des eaux. Elle s'observe chez tous les Ongulés et chez les Cétacés qui, quoi qu'on en ait dit et comme je crois l'avoir montré, ont, dans notre faune actuelle, beaucoup plus d'affinités avec les Ongulés qu'avec les Carnassiers. Elle est enfin caractéristique des Primates. Et quant aux autres groupes, les Rongeurs et les Insectivores par exemple, si nous n'en disons rien c'est qu'ils ont généralement des cerveaux trop petits, et par conséquent trop simples, pour qu'on puisse y trouver les éléments de comparaison indispensables à la synthèse que nous essayons d'établir.

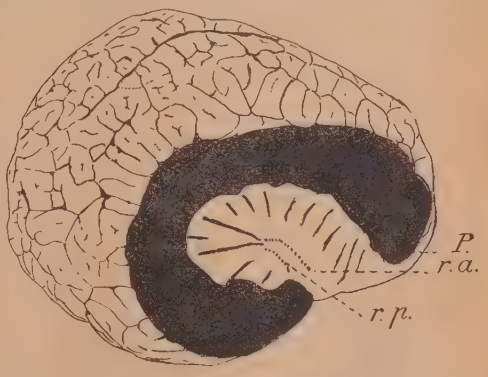

Fig. 12. — L'operculisation du territoire central chez le Dauphin.

Le néopallium des Ongulés, était, je crois pouvoir le dire, resté inexplicable jusqu'à mes dernières recherches avec un autre de mes élèves, le Professeur J. de Grzybowski, de l'Université de Varsovie.

Chez les Artiodactyles, il existe, comme chez les Carnassiers arctoïdes, une operculisation de la première circonvolution arquée. Celle-ci est chez les Suidés tout à fait comparable à celle qui s'observe chez l'Ours; le complexe sylvien présente notamment la même direction oblique.

Mais, chez le Mouton, il existe une différence qui consiste en ce que le complexe sylvien très

court, affecte une direction verticale, disposition probablement en rapport avec le grand allongement et le grand surbaissement du cerveau du Mouton.

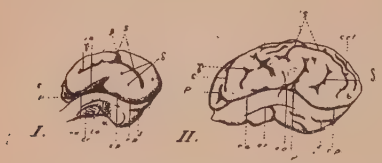

Fig. 13. — Deux cerveaux de fœtus de Truie pour montrer le développement des plissements du néopallium chez le Porc domestique. Extrait des Archives de Zoologie générale et expérimentale.

Le néopallium du Bœuf est très semblable à celui du Mouton, sauf qu'en raison de la plus grande taille du cerveau il est beaucoup plus compliqué, comportant en d'autres termes un grand nombre de sillons complémentaires s'ajoutant aux sillons fondamentaux. Il résulte de cette complication une disposition très particulière du territoire central et que seul l'examen des stades successifs du développement nous a permis de discerner et d'interpréter. Comme chez le Mouton, le complexe sylvien est court et vertical et l'operculisation intéresserait en principe seulement la première circonvolution arquée; mais celle-ci prend un grand développement au point de se dédoubler, et, comme cet accroissement de surface et ce dédoublement se font de très bonne heure, la première circonvolution arquée n'a point le temps de s'operculiser. Il en résulte que chez le Bœuf adulte il n'existe plus ni operculisation véritable, ni complexe sylvien; bien plus même, la circonvolution arquée n° 1 étant dédoublée, nous devons compter cinq circonvolutions au lieu de quatre à la face externe du cerveau.

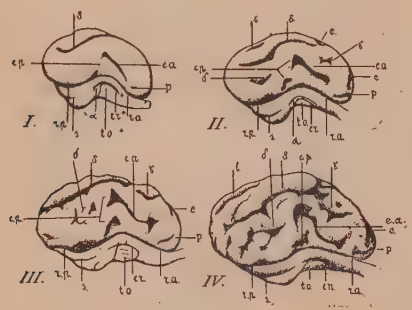

Fig. 14. — Quatre cerveaux de fœtus de vache, pour montrer le développement des plissements du néopallium chez le bœuf, et, en particulier, le dédoublement du gyrus arcuatus n° 1. Extrait du volume jubilaire du Prof. Dr C. U. Ariens Kappers.

Dans le néopallium du Cheval enfin, très différent de celui des Artiodactyles, la circonvolution arquée n° 1 reste exposée dans sa région antérieure étant operculisée seulement en arrière où elle est d'ailleurs devenue extrêmement étroite.

Il ne nous reste plus maintenant qu'à traiter le problème dont au début nous nous étions proposé la solution c'est-à-dire qu'à montrer comment le néopallium des Primates peut se relier à celui des autres Mammifères. Et, renonçant au plan de Broca, nous utiliserons pour cela l'ensemble des travaux sur ce sujet de Moritz Holl, d'Elliot Smith et les miens propres avec A. S. de Santa Maria, ainsi que sur un point particulier, celui de la comparaison de l'insula antérieure des Singes et de l'Homme, ceux de l'anatomiste allemand Marchand.

La première remarque à faire est qu'il existe chez les Primates, comme chez les Carnassiers arctoïdes et les Ongulés une operculisation du territoire central; la partie operculisée est ce qu'en Anatomie humaine on appelle l'insula avec, à la face supérieure du lobe temporal, les gyri de Heschl. La prétendue scissure de Sylvius des traités d'Anatomie humaine est donc en réalité ce qu'on doit appeler ici, tout comme chez les Carnassiers arctoïdes et les Ongulés, un complexe sylvien.

L'operculisation est un caractère commun à tous les Primates, à l'exception d'un seul, le Chiromys de Madagascar (Lémurien) dont toute la surface néopalléale est exposée comme chez les Carnassiers du type des Canidés.

Un autre caractère important du cerveau des Primates est sa forme subsphérique qui est en rapport avec le grand volume qu'il a pris du fait sans doute du développement des centres d'association. Cette subsphéricité entraîne, d'une part une plus grande obliquité du complexe sylvien qui se rapproche plus de l'horizontale qu'il ne le fait chez les Carnassiers arctoïdes et les Suidés, et à plus forte raison chez les Ruminants où, comme nous l'avons vu, il est sensiblement vertical, d'autre part, et surtout, le développement de sillons radiaires dont il n'existe point d'analogues chez les Mammifères dont le cerveau est allongé et aplati : les principaux de ces sillons radiaires sont le central (ou scissure de Rolando) avec le précentral et le post-central.

Enfin, les Primates sont encore caractérisés, au point de vue néopalléal, par le développement que prend chez eux la région occipitale du cerveau. De cette dernière dont il ne suffit pas de dire qu'elle est mal décrite dans les traités classiques d'Anatomie, G. Elliot Smith a magistralement donné la systématisation, nous faisant connaître les deux plissements fondamentaux qui la caractérisent, formations totalement absentes chez

les non-Primates, le lunatus à la face externe et la retrocalcarine à la face interne définis par les rapports constants et précis qu'ils affectent avec l'aire corticale striée (aire visuelle). Sur ce point, nous n'avons pas à insister puisqu'il s'agit là de formations particulières aux seuls Primates.

Quoi qu'il en soit, la question cardinale que soulève l'étude du néopallium des Primates est celle de savoir quelle est la portion du territoire central qui s'operculise chez eux.

Prenons ici comme type de description un cerveau de singe catarhinien, le plus petit, par conséquent le plus simple, au point de vue néopal-

Pour savoir à quoi correspond la région du territoire central operculisée chez le Gibbon et les Cercopithécidés, il convient de rechercher la signification chez eux du sillon limitant cette région. C'est un long sillon courbe qui la circonscrit en haut et en arrière; en haut, on l'appelle circulaire supérieur de Reil, limite supérieure de l'insula, en arrière, c'est le temporo-pariétal n° 1 des traités d'Anatomie humaine séparant les gyri de Heschl des plis temporo-pariétaux profonds et se continuant, avec ou sans interruption à la surface externe du lobe temporal, par la partie antérieure du parallèle, premier sillon temporal.

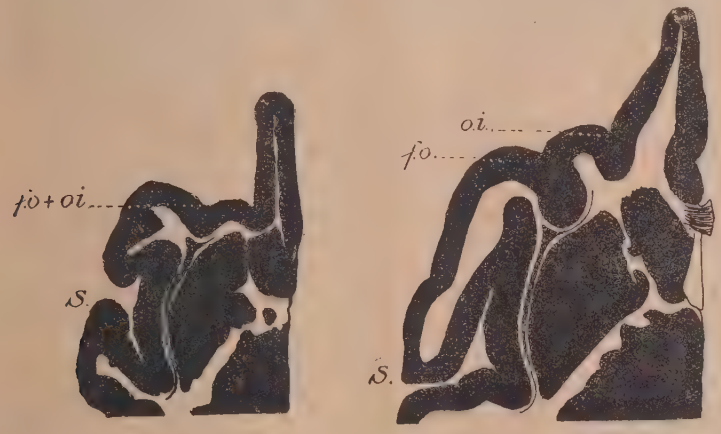

Fig. 15. — Les rapports de la présylvia (fronto-orbitaire *f*, *o*,), et du claustrum chez un cercopithèque à gauche et chez un gibbon à droite.

léal, des Anthropoïdes, le Gibbon. A la face externe du néopallium du Gibbon, nous apercevons d'abord, outre le complexe sylvien avec l'incissure operculaire qui limite en avant sa lèvre supérieure, un long sillon oblique le fronto-orbitaire dont la position rappelle celle de la Présylvia chez les non-Primates. Les rapports de ce sillon avec le claustrum qui sont exactement les mêmes que ceux de la Présylvia chez les Carnassiers et les Ongulés obligent à considérer que le fronto-orbitaire n'est en effet réellement autre chose que la Présylvia, c'est-à-dire par conséquent la limite antérieure du territoire central. La partie de l'écorce située immédiatement en arrière du fronto-orbitaire entre lui et l'incissure operculaire est nécessairement alors le gyrus reuniens faisant communiquer, comme chez les Carnassiers, le territoire central avec le territoire périphérique. Il est ici exposé dans sa totalité ou peut-être simplement en partie. Notons en passant que chez les singes de taille plus petite que le Gibbon, les Cercopithécidés par exemple (Macaques ou Cercopithèques), le fronto-orbitaire très court, se confond avec la branche externe de l'orbitaire.

Ce sillon courbe représente-t-il la suprasylvia ou l'ectosylvia? Dans le premier cas, il faudrait admettre que les circonvolutions I et II de Leuret sont toutes deux operculisées. Dans le deuxième cas, ce serait la circonvolution I seulement, comme chez les non-Primates que nous avons examinés. Le problème est difficile à résoudre chez les Cercopithécidés et chez le Gibbon parce que ces animaux sont de trop petite taille et ne possèdent par conséquent à la surface de leur cerveau qu'un très petit nombre de plissements, mais on peut essayer de le trancher chez l'Homme dont les plissements de la région operculisée sont beaucoup plus nombreux.

J'ai justement en cours d'étude le cerveau d'un grand neurologiste européen dont l'examen m'a été confié; une première dissection du complexe sylvien montre une insula se présentant avec les caractères humains habituels, séparée en arrière des gyri de Heschl par ce qu'on appelle le circulaire postérieur de Reil. Mais quand on écarte les lèvres de ce dernier sillon, on voit apparaître une formation dont on ne constate point habituellement la présence dans le cerveau humain; c'est une étroite circonvolution arquée

présentant en son milieu un sillon axial. Le sillon courbe qui limite cette circonvolution est sans aucun doute l'homologue de l'ectosylvia des non-Primates, le sillon axial rencontrant le limen de l'insula où s'est effacée la rhinale est la pseudo-sylvia. Il est intéressant de remarquer que la complication qui apparaît ici ne se fait pas d'une manière quelconque mais aboutit à la reconstitution des sillons fondamentaux, habituellement inexistants.

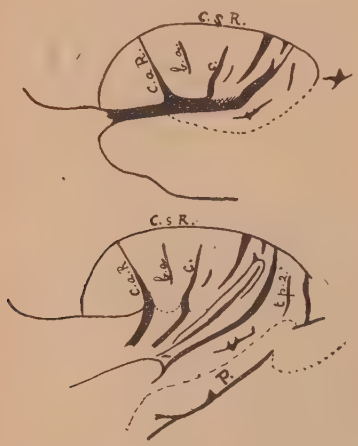

Fig. 16. — Disposition exceptionnelle de l'insula chez l'homme. En bas les lèvres du circulaire postérieur de Reil sont écartées et on voit apparaître une circonvolution arquée qui est le gyrus arcuatus n° 1.

Cette observation nous permet de nous rendre compte de ce que la suprasylvia est alors évidemment représentée par le second sillon arqué qui enveloppe le précédent, c'est-à-dire le circulaire supérieur de Reil, plus le temporo-pariétal n° 1.

On voit ainsi que chez les Primates ce n'est pas seulement la circonvolution arquée n° 1 qui est operculisée mais les circonvolutions arquées n^{os} 1 et 2. Cette dernière s'est considérablement élargie en avant et en arrière, et, elle se montre parcourue chez l'homme par de nombreux sillons de complications, le brevis antérieur, le central, le longitudinal de l'insula en avant, le sillon temporo-pariétal n° 2 séparant l'un de l'autre les deux gyri de Heschl en arrière, sillons qui ne sont qu'ébauchés chez les grands Anthropoïdes.

L'embryologie vient d'ailleurs confirmer l'interprétation qui vient d'être donnée : le premier sillon qui se développe à la face externe du cerveau humain après la rhinale qui est toujours et partout la plus précoce. est le circulaire supérieur de Reil et le temporo-pariétal n° 1 (creusement de la fosse sylvienne), de même que le premier sillon qui se développe à la face externe du cerveau des Carnassiers est la suprasylvia, qu'ils soient à territoire central exposé comme le chien ou partiellement operculisé comme l'Ours.

Quand on passe des singes que nous venons d'examiner à l'Homme, on constate de plus un

Fig. 17. — Face externe droite du cerveau chez un embryon humain de la fin du 3e mois (d'après W. His). On voit déjà apparaître la partie antérieure de la suprasylvia.

autre très intéressant processus d'évolution.

Le gyrus reuniens qui est, comme nous l'avons vu, exposé en tout ou en partie chez les Singes s'operculise complètement à son tour chez l'Homme par le développement au niveau de sa région supérieure d'un sillon transversal et par l'accroissement en surface de la partie néopalléale qui surplombe ce sillon. Cette partie néopalléale vient ainsi recouvrir peu à peu le gyrus reuniens;

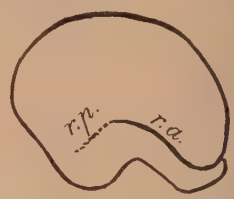

Fig. 18, — Cerveau d'ours blanc à la naissance. Seules les rhinales sont indiquées, mais la fosse sylvienne ne l'est point encore.

c'est ce qu'on appelle en anatomie humaine le cap de Broca ou opercule frontal; nous le voyons complètement développé habituellement chez l'Homme blanc et actuel, ne laissant rien voir de ce qu'il recouvre; mais chez les Hommes actuels de races primitives, de même que chez les types humains anciens tel que l'Homme de Néanderthal (ainsi que mes recherches avec M. Marcellin Boule m'ont permis de le distinguer), il ne descend qu'incomplètement au-devant du gyrus reuniens en en laissant une petite partie visible; j'ai même trouvé une disposition semblable chez un grand Anthropoïde (Chimpanzé) qui pouvait ainsi être regardé comme particulièrement évolué au point de vue de la morphologie cérébrale. En même temps, la lèvre antérieure du sillon fronto-orbitaire se développe, constituant ce qu'en Anatomie humaine on appelle l'opercule orbitaire, et le fronto-orbitaire des Singes devient ainsi le circulaire antérieur de Reil chez l'Homme.

En résumé, on peut dire que chez les Primates sont operculisées : la circonvolution arquée n° 1 tout entière; la circonvolution arquée n° 2 dans sa plus grande partie, c'est-à-dire à l'exception de sa portion la plus antérieure (circonvolution temporale n° 1) qui reste exposée — le gyrus réuniens, peut être operculisé en partie chez les Singes, mais qui atteint chez l'Homme seulement sa complète operculisation. Il y a donc a cet égard un progrès régulier des non-Primates aux Primates et à l'intérieur des Primates, par le fait de l'accroissement proportionnel de volume du cerveau, un progrès aussi des Singes à l'Homme.

Quant aux autres sillons fondamentaux des non-Primates il est maintenant facile de les retrouver chez les Singes et chez l'Homme le corono-latéral par exemple est en effet représenté par le rostral des Singes (probablement frontal moyen chez l'Homme) et par l'intrapariétal. Nous n'y insisterons pas.

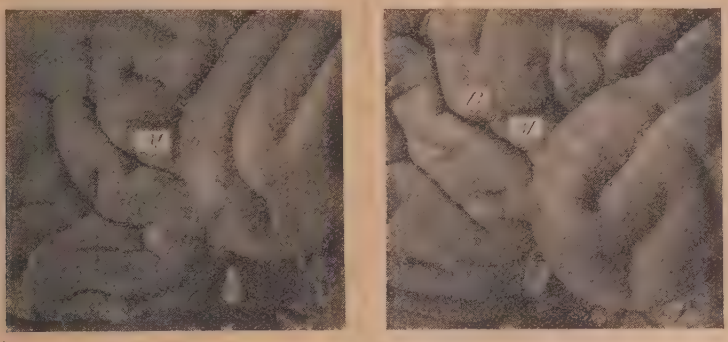

Fig. 19. — A droite, disposition normale de la partie antérieure du complexe sylvien chez le chimpanzé. A gauche, cas exceptionnel d'une ébauche d'opercule ou cap de Broca (B,) venant recouvrir la partie antérieure du gyrus reuniens (M. insula antérieure de Marchand).

Notons enfin que nous n'avons fait état que des Singes et de l'Homme; restent les Lémuriens.

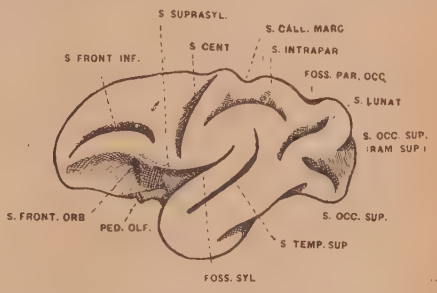

Fig. 20. — Etat de développement du néopallium chez un fœtus de gibbon. D'après G. Elliot Smith.

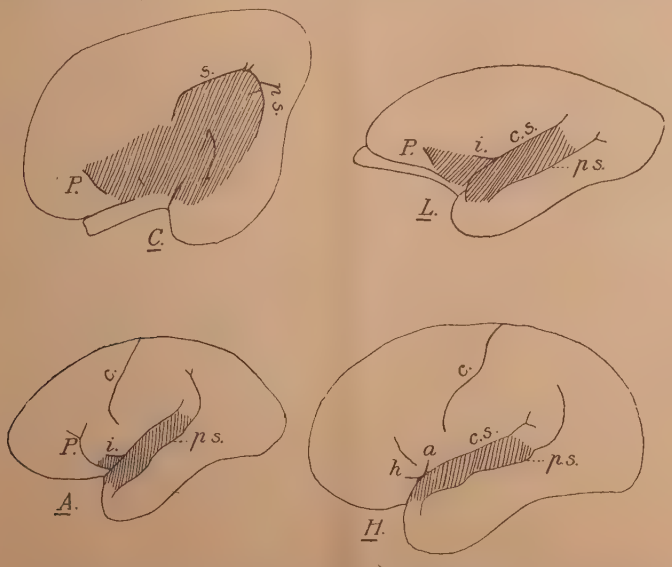

Fig. 21. — Les progrès de l'operculisation du territoire central chez les Primates. — C. Cheiromys (le territoire central es exposé tout entier). — L. Lemur. — A. Anthropoïde. — H. Homme chez qui s'est achevée l'operculisation du gyrus reuniens et où seule reste exposée la partie postérieure du gyrus arcuatus n° 2.

Ils présentent aussi une operculisation très nette du territoire central et qui semble bien être du même type que celle que nous venons de décrire; mais il semble aussi que chez eux le territoire central soit en voie de régression.

Je ne saurais prétendre avoir exposé ici une synthèse définitive du cerveau mammalien, mais je crois au moins avoir montré que cette synthèse était possible et la voie dans laquelle on devait y travailler. S'il reste encore beaucoup à faire, s'il reste notamment à étudier complètement le cerveau des Marsupiaux, il semble qu'en tous cas nous avons aujourd'hui entre les mains la clef d'un des plus difficiles problèmes, je crois, de l'Anatomie comparée.

Et ce problème est loin, à mon avis, d'être d'un minime intérêt. Au moment ou ont paru les splendides travaux de Brodmann et de M. et Mme O. Vogt, certains ont cru que seule était dorénavant intéressante l'étude des champs histologiques de la surface néopalléale. Les deux points de vue ont un égal et immense intérêt, et au surplus ils se complètent. N'avons-nous pas vu en effet les rapports constants et caractéristiques qu'affectent par exemple le claustrum avec la présylvia, l'aire striée avec la calcarine et la rétrocalcarine, ne connaissons-nous pas aussi ceux de l'aire pyramidale avec le crucial chez les Carnassiers et avec le sillon central et le sillon précentral chez l'Homme et chez les Singes? Et ainsi toutes les données convergent bien vers un même résultat de nos efforts de synthèse : la compréhension de la morphologie du cerveau qui prépare à celle de sa physiologie.

R. Anthony.

LE CONGRÈS INTERNATIONAL DE LONDRES

(Du 2 au 6 octobre 1934).

(Fin.)

II. — LES CORPS SOLIDES

A. — Théorie quantique de liaison entre atomes.

Un des plus grand succès de la mécanique quantique est l'explication ou plutôt la description de la liaison chimique et des forces interatomiques et intermoléculaires. A côté des forces purement électrostatiques de l'ancienne théorie de Bohr et de Born qui permettaient bien de rendre compte de la liaison hétéropolaire et de la structure des réseaux ioniques elle introduit des forces nouvelles, des « intégrales d'échange », qui proviennent des échanges d'électrons entre les atomes voisins et fait intervenir les spins de ces électrons, c'est-à-dire leurs moments de pivotement. Ces forces nouvelles, qui sont souvent plus importantes que les forces coulombiennes, se trouvent à l'origine de la liaison homéopolaire, dont le type le plus simple est celle qui joint deux atomes d'hydrogène dans la molécule H^2. Dans certains cas simples comme dans les cas d'hydrogène, ces forces d'interaction peuvent être calculées explicitement (London et Heitler). Pour les cas plus compliqués les calculs deviennent trop difficiles et on est obligé de se contenter de résultats qualitatifs ou très approximatifs.

M. E. Hückel (Stuttgart) s'est attaqué à un cas très compliqué, au problème de la molécule de benzène et de ses dérivés. On sait que la molécule de benzène peut être décrite par la formule de Kékulé. Cette formule respecte la tétravalence du carbone en admettant la présence de trois valences doubles dans l'hexagone benzénique. Mais elle conduit à l'existence de deux isomères différents pour la molécule substituée dans la position ortho, car les deux substituants peuvent aussi bien se mettre au bout d'une valence simple que d'une valence double. Or, ces deux isomères n'ont jamais été trouvés. M. Hückel a montré que cette difficulté peut être évitée grâce à la mécanique quantique : il trouve un modèle tout à fait symétrique, où les six électrons supplémentaires qui restent après la formation des liaisons simples se stabilisent entre eux, en quelque sorte comme dans un réseau cristallin. Il parvient par des raisonnements analogues à expliquer l'existence de radicaux libres, c'est-à-dire de molécules possédant une « valence » non saturée, mais dont la durée de vie est néanmoins assez longue, comme le triphénylméthane. Là aussi, l'électron libre, qui n'est lié avec aucun autre électron particulier est employé à stabiliser tout le système. Dans la discussion, *M. Lennard Jones* (Cambridge) indique que la théorie de M. Hückel, très séduisante, ne s'impose pas d'une façon univoque, et que l'on peut trouver d'autres méthodes pour attaquer le problème de la molécule de benzène.

M. Monteath Robertson (Londres) a montré comment on peut analyser les diagrammes de rayons X pour des molécules très compliquées.

De même qu'entre deux atomes, les liaisons dans un réseau cristallin peuvent être dues à différents mécanismes, soit aux forces électrostatiques (réseau ionique, NaCl), soit aux forces homéopolaires d'échanges (réseau atomique, diamant), soit enfin aux forces de van der Waals, dont l'origine a été récemment éclaircie par London et par Slater; dans ce dernier cas on a affaire à des réseaux moléulaires (glace, neige carbonique, etc., mais aussi l'hélium solide). La question de savoir, si un élément cristallise en un réseau atomique comme le sodium, ou en réseau moléculaire comme le chlore peut être tranchée à priori, comme l'a montré *F. Hund* (Leipzig). La condition qui détermine la forme du réseau est simplement une condition d'énergie totale minimum. Si l'énergie de liaison entre deux électrons, appartenant à deux atomes voisins est plus grande que l'énergie de ces mêmes électrons répartis uniformément dans un réseau d'ions positifs, on a un réseau moléculaire. Dans le cas contraire ce sera un réseau atomique. En tout cas, les forces que nous avons énumérées plus haut suffisent à décrire tous les réseaux connus jusqu'à présent.

B. — Propriétés des réseaux cristallins.

Puisqu'on connaît maintenant les forces qui maintiennent la cohésion des réseaux, on peut essayer de calculer les différentes propriétés des cristaux correspondants. Il se trouve, si l'on compare ces résultats théoriques avec l'expérience, que ces propriétés se partagent en deux groupes : le premier contient celles dont les valeurs ne varient pas d'un individu cristallin à un autre. Ces valeurs sont en bon accord avec les valeurs calculées par la théorie. Ces propriétés, auxquel-

les appartiennent par exemple la densité, la chaleur de sublimation, la compressibilité, etc., sont celles qui ne dépendent pas de « l'histoire » du cristal, ni de petites quantités d'impuretés. On les appelle « non-structure-sensitive properties » pour les distinguer des « structures-sensitive properties » ou « propriétés sélectives » comme par exemple l'énergie de rupture du cristal, ou la vitesse de diffusion atomique dans les solides. C'est surtout le phénomène de rupture qui a été discuté au congrès. L'énergie nécessaire à la rupture d'un cristal de sel gemme a été calculée en 1923 par Zwicky, dont le calcul a été vérifié depuis. On trouve une tension de rupture théorique d'environ 20.000 kg./cm², tandis que la valeur qu'on mesure généralement, sans prendre de précautions spéciales est 1.000 fois plus petite. Pour expliquer cette différence trois théories ont été émises, que nous désignerons par les noms de leurs auteurs : théorie de Zwicky, théorie de Smekal et théorie de Griffith-Orowan.

La théorie de Zwicky a été exposée au congrès par *M. A. Goetz* (Pasadena). D'après cette théorie, le cristal macroscopique est constitué non par des ions ou des molécules, mais par de petits cristaux submicroscopiques ou « groupes », qui forment un réseau secondaire, se superposant au réseau élémentaire. L'énergie de rupture dépendrait dans ce cas de l'énergie de cohésion entre ces petits cristaux, qui est d'un ordre de grandeur tout à fait différent de l'énergie de cohésion à l'intérieur d'un de ces cristaux submicroscopiques, dont les dimensions sont d'environ 10^{-5} cm. Parmi les nombreuses expériences que M. Gœtz et ses collaborateurs ont faites pour démontrer la validité de leur point de vue, signalons-en seulement deux, qui nous paraissent être les plus intéressantes :

1° Si l'on ajoute à un cristal d'un métal quelconque un autre métal en très faible quantité, on observe une variation de certaines de ses propriétés par exemple la susceptibilité magnétique. Or, l'influence de l'impureté deviendrait brusquement beaucoup plus grande au moment où l'on dépasse une certaine limite, qui est d'ordre de grandeur de 0,1 à 1 %. Ce fait s'expliquerait sans difficulté en admettant que les atomes du métal additionnés commencent par s'accumuler sur les faces des cristaux submicroscopiques, mais qu'à partir d'une concentration limite les atomes de « l'impureté » sont obligés de pénétrer à l'intérieur des « groupes ».

2° Si l'on fond un cristal donné en le chauffant seulement de peu de degrés au-dessus de son point de fusion, et si on le recristallise immédiatement, le nouveau cristal qu'on obtient montre en partie les mêmes orientations de plans et les mêmes défauts que le cristal originel. Ceci montre que la formation et l'orientation des groupes ont lieu déjà dans la fonte, à quelques degrés même au-dessus du point de fusion.

MM. P. P. Ewald et M. Renniger (Stuttgart) ont essayé de mettre en évidence l'existence de la structure en mosaïque de cristaux de sel gemme, telle qu'elle résulterait de cette théorie. A cet effet ils ont étudié la réflexion des rayons X sur la surface de cristaux de sel gemme. La réflexion doit être tout à fait différente dans le cas d'une structure continue, où les interférences sont déterminées par la cohérence de la lumière qui correspond à des trains d'ondes d'environ 10^{-3} cm., et dans le cas d'une structure en mosaïque, où les interférences sont déterminées par des micro-cristaux, dont les dimensions sont de $10^{-4} - 10^{-5}$ cm. L'expérience se prononce nettement contre la structure en mosaïque préconisée par la théorie de Zwicky.

M. Smekal (Halle) explique la divergence entre la valeur de l'énergie de rupture calculée et la valeur observée d'habitude par les lacunes et les défauts des cristaux, ces lacunes et ces défauts provenant de deux sources différentes : ils peuvent être dus tout d'abord aux fautes d'expérience pendant la fabrication des cristaux; il suffit par exemple de petites irrégularités dans le refroidissement, d'un refroidissement un peu brusque de petites distorsions au moment où l'on retire le cristal de la fonte pour donner naissance à de petites déchirures, à de petites crevasses presque visibles. Une seconde cause des lacunes est le mouvement brownien des atomes au moment de leur fixation sur un plan cristallin commencé et à la présence inévitable de traces d'impureté. Tandis qu'on peut s'efforcer d'éviter les défauts du premier type et réussir ainsi à fabriquer des cristaux dont les énergies de rupture sont beaucoup plus élevées, les lacunes de second type sont inévitables. Elles peuvent être localisées grâce aux différences de liaison des électrons situés à l'intérieur d'un réseau régulier ou sur le bord d'une lacune. Les spectres d'absorption sont nettement différents dans les deux cas. On peut donc, d'après Smekal, expliquer la coloration des cristaux de sel gemme sous l'influence de rayons ultraviolets, de la façon suivante : par photoionisation un anion perd un électron qui est capturé par un cation se trouvant au bord d'une lacune et pouvant de ce fait posséder des propriétés exceptionnelles. Il se transforme alors en un atome neutre et l'on peut observer son spectre

d'absorption. L'étude de cette nouvelle absorption nous donne donc des indications sur la distribution et le nombre des lacunes. Cet effet « photochimique » peut être aussi employé pour l'étude d'autres questions concernant le cristal, par exemple de la plasticité.

M. E. Orowan (Budapest) a indiqué les difficultés insurmontables que rencontre toute théorie de surstructure ou de distribution de défauts et de lacunes dans tous les cristaux. Parmi les preuves qu'il invoque, citons les trois qui nous semblent être les plus importantes :

1° Si l'on pousse à une approximation supérieure un calcul de Zwicky par lequel celui-ci croyait avoir démontré, que ce sont des cristaux de dimensions finies et même très limitées pour lesquels l'énergie est minimum et non les réseaux infinis, on arrive exactement au résultat contraire pour tous les cristaux.

2° Si les défauts et les lacunes étaient distribués d'une façon uniforme dans tout le cristal, la tension superficielle devait être aussi abaissée, ce qui n'est pas le cas.

3° Enfin si l'on prend un cristal de mica et si l'on exerce les efforts de traction non sur les bords, qui sont toujours un peu déchiquetés, mais sur le milieu du cristal, l'énergie nécessaire à la rupture augmente immédiatement dans un rapport de 1 à 10, ce qui ne pourrait pas être le cas si les défauts à *l'intérieur* du cristal avaient joué un rôle primordial.

Il ne nous reste donc, pour expliquer la facilité avec laquelle les cristaux peuvent être rompus, que la théorie de Griffith. D'après Griffith les désaccords avec la théorie proviennent du fait que la rupture ne se fait jamais sur toute la section à la fois. S'il existe des défauts à *la surface* du cristal, des échancrures ou des crevasses, la tension à l'angle d'une pareille échancrure peut très bien atteindre la valeur théorique, tout en restant inférieure en moyenne sur les restes de la section. La rupture se ferait donc par l'extension des crevasses. Sous cette forme primitive, la théorie de Griffith exige des crevasses trop profondes de l'ordre de grandeur d'environ 1 mm., qui ne se trouvent sûrement pas sur des cristaux préparés avec soin. *Orowan* considère le phénomène de plus près. Le fait décisif, qui n'a pas été pris en considération jusqu'à maintenant, est que la rupture ne se produit pas dans un temps infiniment court et qu'elle est précédée par un glissement plastique suivi le laminage, qui facilite l'extension des crevasses. Celles-ci ne jouent que le rôle de noyaux, de centre de propagation, tout comme une goutte-lette de liquide pour la condensation dans une atmosphère saturée de vapeur. Dans ce cas il suffit que les crevasses aient une profondeur initiale d'environ 1 micron (10^{-3} mm.) pour expliquer l'abaissement de l'énergie de rupture observé.

M. Joffé (Leningrad) se place aussi au point de vue de la théorie de Griffith. Il a fait un rapport sur une série d'expériences concernant l'énergie de rupture du verre, pour lequel comme pour toutes les substances amorphes d'ailleurs, toutes les autres explications sont exclues *a priori*. Si on amincit un fil de verre par un procédé quelconque, soit dans la flamme, soit en le dissolvant dans l'acide fluorhydrique, son énergie de rupture croît et atteint une valeur limite qui ne dépend que du diamètre et non du procédé de préparation du fil. Comme les couches absorbées à la surface dépendent essentiellement du traitement du fil cette augmentation ne peut être due à l'adsorption, comme on l'avait pensé quelque temps. Des résultats analogues sur l'accroissance de la tension de rupture ont déjà été obtenus par Joffé et Levitskaya pour des cristaux de sel gemme.

D'autre part, si l'on dissout progressivement un fil de verre dans l'acide fluorhydrique et si l'on mesure l'énergie de rupture pendant le processus de dissolution, on trouve que cette énergie oscille très fortement ce qui conduit à admettre que les défauts microscopique de la matière sont distribués à peu près uniformément à l'intérieur du fil, mais qu'ils ne deviennent dangereux qu'au moment où ils atteignent la surface.

Ces crevasses sont remplies, comme l'a montré Grebenschikov, d'un gel de silice qui tend déjà à les agrandir. Il suffit donc d'une énergie supplémentaire minime pour conduire à la rupture. Les valeurs maxima qu'on obtient pour l'énergie de rupture du sel gemme sont de plus de 160 kg./mm², ce qui est déjà très proche de la valeur théorique de 200 kg./mm². Il est donc fort probable que la valeur théorique est exacte.

Joffé s'étend encore d'une façon assez détaillée sur la rupture plastique ou plutôt sur la rupture après une déformation plastique. Une déformation plastique se produit, comme l'ont montré l'auteur et son école pour des tensions beaucoup plus petites qu'on ne pourrait le supposer. C'est ainsi que Classen-Nekludova a observé une première frange de diffraction double sur des cristaux de sel gemme déformés par une tension de 9-10 gr./mm², valeur confirmée par Podachevski à l'aide d'une méthode photo-électrique. L'expé-

rience montre que l'énergie de rupture est augmentée par une déformation plastique préalable. Une bonne explication doit probablement tenir compte du fait que le réseau est déjà déformé et que toute nouvelle déformation, qui d'après Orowan facilite la rupture, exige une énergie beaucoup plus élevée.

C. — Déformation plastique des cristaux.

Ce sont à ces questions de plasticité que sont consacrés les deux derniers rapports.

M. E. Schmidt (Fribourg-Suisse) a rappelé que dans les questions de plasticité la théorie classique des cristaux ne peut pas représenter les phénomènes. Tandis que les déformations élastiques des cristaux polaires satisfont à la théorie et qu'il y a divergence seulement pour les cristaux métalliques, les phénomènes de plasticité sont aberrants pour *tous* les cristaux. Sans chercher d'explication théorique, M. Schmidt a présenté une série d'observations faites par lui-même et d'autres physiciens sur les déformations plastiques.

Le premier mode de déformation plastique, le laminage commence comme nous l'avons déjà dit, à une tension assez faible. Il s'effectue parallèlement aux plans de plus grande densité et, pour les cristaux polaires, aux plans de plus grande densité d'ions métalliques. Si l'on augmente peu à peu la tension, on trouve, après une phase de déformation élastique, une phase de déformation plastique assez faible, et puis, brusquement, à un point critique, une déformation très importante. Ce point correspond à une tension de cisaillement critique. L'influence de la température sur cette valeur critique est assez petite : la tension nécessaire varie entre 1 et 4 environ quand on abaisse la température du voisinage du point de fusion jusqu'à environ — 250°, puis elle reste constante. On observe parfois, en élevant la température, de nouvelles directions de laminage. Le glissement peut être représenté en fonction de la tension, par une courbe simple, qui diffère beaucoup des cristaux cubiques aux cristaux hexagonaux : la variation avec la tension est beaucoup plus forte pour ces derniers. L'influence de la température n'est importante qu'aux températures moyennes.

En ce qui concerne le second mode de déformation plastique, la formation de macles, nos connaissances sont beaucoup plus rudimentaires. On sait seulement qu'elle dépend encore moins de la température que le laminage, de même que ce dernier, elle rend le cristal plus rigide; et enfin les macles deviennent très facilement des centres de récristallisation.

En aucun cas l'énergie nécessaire à ces déformations plastiques ne peut servir comme mesure de l'énergie du réseau.

M. W. G. Burgers (Eindhoven) s'est occupé spécialement des déformations plastiques d'un mono-cristal d'aluminium. Si l'on prend un disque circulaire découpé dans un mono-cristal d'aluminium et contenant des plans réticulaires normaux aux surfaces de base et si on le comprime, on trouve que le cercle se transforme en une ellipse, par suite de l'inclinaison des plans réticulaires et des lamelles. En général cette inclinaison a lieu sans distorsion, comme on peut le montrer par l'analyse aux rayons X. Or, exceptionnellement et localement de petites distorsions se produisent. Ce sont précisément ces petites distorsions qui forment une sorte d'engrenage en s'opposant à un glissement ultérieur. Le « durcissement » du cristal est proportionnel au nombre total de ces distorsions. Comme elles sont d'excellents centres de recristallisation, on peut aussi étudier leurs directions et leur nature en étudiant les cristaux secondaires formés dans leur voisinage. Le résultat de cette étude confirme bien le résultat d'étude aux rayons X. Ainsi par exemple, l'analyse aux rayons X montre que le nombre de distorsions pour une pression donnée est plus grand si elle agit dans la direction (110) du cristal que si elle agit le long de la direction (100). Effectivement, on trouve que le nombre de cristaux secondaires formés est plus grand après une déformation le long de la première direction, qu'après une déformation le long de la seconde.

Le caractère un peu spécial de ces expériences très intéressantes de Burgers nous oblige à renoncer ici à une analyse plus détaillée.

Nous terminerons sur la conclusion exprimée par Bragg (Manchester). « Il faut noter combien nous nous sommes déjà éloignés de la notion de corps solide « parfait » tel qu'on avait l'habitude de le considérer il y a à peine 15 ans. Notre conception actuelle des solides nous rapproche de celle des liquides à tel point, que le prochain Congrès de l'Union Internationale de Physique devra probablement porter sur cette question ».

Michel Magat.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

nnuaire du Bureau des Longitudes pour 1934. — *1 vol. in-8° de* VIII-480 *pages, avec 5 cartes célestes en couleurs et une carte magnétique. Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1934. *(Prix, broché : 15 fr.).*

L'Annuaire des Longitudes pour 1934, est, comme es devanciers, précieux par le nombre de documents u'il contient. Divisé en 5 chapitres principaux : ca-endrier, terre, astronomie, mesures légales et mon-aies, données physiques et chimiques, l'annuaire tudie les divers calendriers, fait connaître la position elative des astres, indique les poids et mesures égaux français et étrangers, le tonnage des navires, a densité des minéraux et des pierres précieuses, optique, l'acoustique, l'analyse des alliages indus-riels et des engrais, la composition moyenne des ins, bières, cidres, etc.

L'Annuaire 1934 publie en outre les quatre notices cientifiques suivantes : les conditions de possibilité e la photographie, en plein jour, des étoiles, en aute montagne, par M. Maurice Hamy; les services endus par le Portugal aux Sciences géographiques, ar M. Charles Lallemand; la distribution téléphoique de l'heure et l'horloge parlante de l'Observaoire de Paris, par M. Ernest Esclangon; la cinuième assemblée générale de l'union géodésique et éophysique internationale, à Lisbonne, septembre 933, par M. le général Perrier.

Cette petite Encyclopédie d'un format commode mprimée avec soin par Gauthier-Villars a sa place ndiquée dans toutes les bibliothèques.

L. P.

2° Sciences physiques.

Finkelnburg, Mecke, Reinkober, Teller. — Spectres moléculaires et spectres de réseaux cristallins (Molekül und Kristallgitterspektren. — *1 vol. de* 408 *p. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, éd. (Prix : br.,* 34 *RM; relié,* 36 *RM).*

Ce volume est le second fascicule du tome IX u grand Traité de chimie physique (*Hand und ahrbuch der chemischen Physik*) édité par Eucken t Wolff sous les auspices de l'Akademische Verigsgesellschaft de Leipzig. Le tome IX est entièreent consacré à la spectroscopie, à la production es spectres et à leur rapport avec la structure e la matière. Nous avons récemment présenté aux ecteurs de la *Revue* le premier fascicule de ce tome, elui où Kuhn donne une description systématique es spectres de raies ou spectres atomiques, et ndiqué combien cet exposé était utile à ceux qui eulent s'initier à la spectroscopie moléculaire. Le résent fascicule, qui, par ses dimensions, constitue n ouvrage de grande envergure, aborde de plain-pied la question des spectres moléculaires et sa lecture présuppose jusqu'à un certain point l'initiation du lecteur à la spectroscopie atomique. Toutefois les développements de théorie pure y ont été volontairement restreints et l'ouvrage se suffit généralement à lui-même.

Il a été fait appel pour sa rédaction à quatre collaborateurs dont la compétence est reconnue de tous les spécialistes et qui ont su s'acquitter de leur tâche avec plein succès. Cette tâche était relativement aisée depuis que l'on possède les excellents exposés de Jevons, Weizel, etc. Mais l'originalité du présent ouvrage consiste dans la présentation *simultanée* des spectres de réseaux cristallins (rayons restants de l'ancienne physique) et des spectres moléculaires proprement dits. Le rapprochement systématique des spectres de vibration (y compris les spectres Raman) avec les spectres de bandes électroniques permet de comprendre d'une façon beaucoup plus sûre le passage des phénomènes quantiques dans l'infra-rouge aux phénomènes de haute fréquence dans l'ultraviolet. A cet égard les physiciens et surtout les chimistes seront très heureux de trouver ici une étude expérimentale méthodique qui les mettra à même de mieux comprendre beaucoup des problèmes de structure qui sont à la base de la chimie-physique.

Notons qu'un développement relativement abondant a été consacré aux molécules polyatomiques, dont l'étude a notablement progressé dans ces derniers temps, et qui intéressent tout spécialement le chimiste.

Il nous reste à indiquer rapidement le sommaire des quatre parties de l'ouvrage, qui ont été confiées chacune à un technicien spécialisé. La spectroscopie infrarouge est exposée par Reinkober au point de vue purement expérimental. Le point de vue théorique est traité par Teller (molécules diatomiques, vibration, rotation, effet Raman, molécules polyatomiques) qui s'est chargé aussi de la discussion des spectres de réseaux cristallins. Finkelnburg et Mecke ont pris en main l'exposé théorique et descriptif des spectres de bandes des molécules simples dans le visible et dans l'ultraviolet. Enfin Mecke, à qui l'on doit tant de résultats originaux sur la structure des molécules complexes (C_2H_2, C_2H_4, H_2O, etc.) indique d'une façon claire et suggestive les méthodes d'analyse vibratoire qui conviennent aux molécules polyatomiques et les conclusions qu'on peut en tirer sur la structure des molécules présentant des éléments de symétrie.

L'ensemble du livre se présente avec beaucoup d'élégance et de netteté, les renseignements précis y abondent et peuvent être retrouvés très aisément.

Le lecteur français tirera grand profit de ce livre,

si le prix vraiment élevé auquel on le lui offre ne paraît pas prohibitif.

L. B.

⁂

Mathieu (Henri). — **Manuel d'Analyse chimique qualitative et quantitative.** — 1 *vol. de 724 pages, relié. Masson et Cie, éditeurs, Paris.*

Il suffit d'ouvrir le volume d'Analyse chimique pour deviner la clarté qui a présidé à sa rédaction : mise en pages soignée, caractères des titres appropriés; figures d'une parfaite compréhension; formules chimiques le plus souvent développées. C'est que l'auteur est un maître incontesté dans l'enseignement de la Chimie et ce sont ses leçons qu'il présente aux étudiants des diverses Facultés, aux candidats à l'Agrégation de physique et de chimie, ainsi qu'à ceux des grandes Ecoles.

En le feuilletant, un chimiste pourra trouver qu'on aurait pu abréger la matière du volume; mais les développements sont voulus.

L'auteur a tenu à *tout* expliquer à son élève : avant tout, il a visé à faire comprendre : tant pis si l'explication paraît trop longue.

L'ouvrage est divisé en deux parties : 1° *Analyse qualitative;* 2° *Analyse quantitative: Volumétrie.*

La première partie est conçue de manière à donner à l'étudiant non seulement les principes de l'Analyse, mais des directives singulièrement utiles au cas où il deviendrait chimiste plus tard. C'est en somme un exposé vivant d'une méthode à suivre dans tous les cas qui se présenteront.

Dans la deuxième partie, nous trouvons un exposé complet des modes de calculs volumétriques, *à la fois* en normalités et en titres moléculaires.

Ceci est nouveau et sera accueilli avec faveur par les étudiants qui, suivant les Facultés, sont dans l'obligation de choisir telle ou telle manière de calculer, et les chimistes de profession sauront gré à l'auteur de cette innovation qui leur permettra de comprendre les Mémoires originaux rédigés dans l'une ou l'autre méthode.

Enfin, les Biologistes, aussi bien que les Physiologistes et les médecins, seront ravis de trouver dans un ouvrage d'enseignement les caractères des acides organiques, les dosages des sucres, ceux des aminoacides, etc., ces derniers, d'après les méthodes de Foreman, Willstaetter et Waldschmidt-Leitz, Harris, ou celle de Van Slyke.

D'une manière générale, chaque méthode est précédée d'un développement historique qu'on chercherait vainement dans des traités similaires : M. Mathieu, dont il faut louer l'impartialité, a tenu à rendre à César ce qui appartient à César.

Une table alphabétique très étendue complète heureusement cet ouvrage dont le succès est d'avance assuré.

Th. Moreux.

3° Sciences naturelles.

Nicolesco (C. P.). — **Gisements pétrolifères de l'Irak.** — 1 *vol. gr. in-8° de 221 p. et 17 fig. Les Presses modernes (Prix : 50 fr.).*

L'auteur est un spécialiste du pétrole. L'imposante bibliographie relative à l'objet de son livre, qu'il donne en dernier lieu, le montre surabondamment.

Il dit, et cela est vrai, que le géologue, le prospecteur, le pétrolier, l'économiste, l'homme politique y trouveront quantité de données, nombre d'idées soit neuves, soit présentées de façon originale.

Son principal objet est le point de vue géologique, où il utilise surtout les travaux de Hugo de Böckh, en les interprétant selon ses vues personnelles. Il met en évidence le rôle capital que jouent pour le pétrole ces deux formations; le Fars et l'Asmari, dont il avait déjà fixé la position stratigraphique dans une étude sur les gisements pétrolifères de la Perse.

Il émet l'avis qu'il y a eu, en Irak comme en Perse, lutte millénaire entre la terre et la mer, ce qui le conduit à restituer l'histoire des bitumes dans ce pays depuis la plus haute antiquité jusqu'à nos jours.

Mais ceci n'est qu'un chapitre introductif à l'exposé des luttes économiques contemporaines, qui se sont déroulées au sujet d'une des plus grandes richesses minérales de la terre, depuis la période qui a précédé la Guerre, jusqu'à celle qui l'a suivie, et qui a abouti à un premier partage des gisements irakiens entre l'Angleterre, les Etats-Unis et la France.

Le dernier chapitre résume l'industrialisation et le commerce du pétrole; une large place est faite aux questions juridiques qui interviennent.

J. B. M.

4° Art de l'Ingénieur.

Brooks. (Georges). — **Laque d'Indochine. La laccase et le laccol.** — 1 *brochure de 100 pages. Hermann, éditeur. — Actualités scientifiques et industrielles.* N° 94.

Les laques d'Extrême-Orient sont utilisées depuis plus de 2.000 ans. G. Bertrand en 1894 a levé un coin du voile qui cachait leur origine. La découverte de la laccase dans le latex de l'arbre à laque (*rhus succedanea*) explique que c'est par l'oxydation du laccol sous l'influence de la laccase et de l'oxygène que s'opère la transformation de ce latex en laque; mais la nature chimique du laccol n'avait pas encore été complètement reconnue.

On trouvera ici l'analyse et les propriétés du laccol ainsi que de ses dérivées et aussi un aperçu détaillé des travaux de G. Bertrand sur la laccase et son squelette minéral, puis les diverses préparations de la laque ainsi que ses applications.

L'ouvrage comporte trois parties

I. Description botanique du *rhus succedanea*; II. Recherches sur le laccol; III. Etude de ses dérivés.

L. P.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 5 Novembre 1934.

La Section de Mécanique présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. Vieille : 1° M. **E. Vessiot** ; 2° M. **A. Caquot** ; 3° MM. **E. Bertrand de Fontviolant**, **P. Charbonnier**, **A. Lafay** et **A. Liénard**.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Haag** : *Sur les oscillations entretenues.* — M. **E. J. Gumbel** : *Le paradoxe de l'âge limite.* — M. **D. Wolkowitsch** : *Sur une généralisation d'un théorème de Monge.* — M. **Alf. Rosenblatt** : *Sur l'application de la méthode des approximations successives de M. Picard à l'étude des équations du second ordre elliptiques et non linéaires à trois variables indépendantes.* — M. **C. Visser** : *Sur la dérivée angulaire des fonctions univalentes.* — M. **H. Cartan** : *Sur les transformations pseudo-conformes du produit topologique de deux domaines.* — M. **Tchang Te-Lou** : *Sur une nouvelle méthode pour l'étude de la détonation dans le moteur.* A la valeur de la surpression maxima instantanée produite par la détonation, on doit adjoindre, d'après l'auteur, pour caractériser l'intensité de la détonation, la valeur de la dérivée maxima dp/dt de la pression par rapport au temps. L'auteur décrit une méthode pour déterminer cette valeur sans modifier la disposition interne de l'enceinte contenant le mélange. — M. **D. Barbier** : *Sur la réalité de la corrélation observée entre les excentricités et les périodes des étoiles doubles.* L'auteur montre que la sélection des couples joue un rôle très important dans la relation trouvée entre les périodes et les excentricités. Il lui paraît n'exister en réalité aucune corrélation, tous les couples, quelle que soit leur période, ayant la même excentricité moyenne qui pourrait bien être voisine de 0,5.

2° Sciences physiques. — M. **J. Cabannes** : *Considérations théoriques sur la luminescence des hautes couches de l'atmosphère.* La luminosité du ciel nocturne serait un phénomène de phosphorescence dans le mélange gazeux N^2 (A), O^3, O^2 et H^2O. La présence de l'atome O (^1S) dans la haute atmosphère, et par suite l'émission de la raie verte 5577, proviendraient d'une destruction de l'ozone par chocs contre les molécules métastables d'azote. — MM. **H. Devaux** et **J. Cayrel** : *Influence de la température sur la conductibilité électrique du sulfure cuivrique en couche mince.* La conductance commence à augmenter avec la température, passe par un maximum, puis décroît rapidement à partir de 75° à 95° (sans doute par altération du sulfure). L'accroissement de conductibilité dû au chauffage est intégralement conservé lors du refroidissement ; il paraît lié à l'évacuation des gaz occlus. Il diminue par vieillissement. — M. **R. Lautié** : *Densité et constitution moléculaire d'un liquide pur normal.* — MM. **W. Swietoslawski** et **J. Salcewicz** : *L'application de la loi de refroidissement de Newton à la mesure de très faibles effets thermiques.* — M. **Em. Sevin** : *Sur le jeu des ondes, du spin et des nombres.* L'auteur montre qu'il y a une relation simple entre la vitesse angulaire du proton et le rayon classique ρ de l'électron, ou, si l'on préfère, entre ce rayon et le rayon hypersphérique R' du proton : $R'/\rho = 1/3\sqrt{3}$. — M. **J. Savard** : *Potentiels d'ionisation et énergies de formation de quelques molécules d'halogènes.* Comparaison des résultats obtenus par la formule de l'auteur et par les prévisions théoriques de Mulliken. — M. **J. Savornin** : *Influence du pouvoir réflecteur et de l'acuité du bord d'un écran sur la diffraction éloignée.* L'auteur montre que la polarisation donnée par de bonnes lames de rasoir diminue par noircissement chimique et augmente par émoussage de l'arête, ce qui confirme la théorie de Raman et Krishnan sur la polarisation par diffraction. — Mlle **C. Chamié** : *Sur des rayonnements supplémentaires dans le recul du dépôt actif du Th.* L'anomalie dans les courbes de décroissance du Th C'' recueilli par recul α à partir du Th C peut s'expliquer par l'existence de membres inconnus dans le dépôt actif du Th, qui sont peut-être en relation avec la structure fine du rayonnement α, ou par une transmutation provoquée dans la source par son propre rayonnement. — M. **J. Guéron** : *Spectre Raman, constitution et évolution des solutions de chlorure stannique.* Les expériences de l'auteur montrent l'existence, dans les solutions de chlorure stannique où les molécules Cl^4Sn sont à peine discernables, de quantités importantes d'ions $SnCl^{6--}$. — Mlle **M.-L. Delwaulle** : *Sur le système iodure de bismuth, iodure de potassium et eau.* Entre les températures 15° et 55°, on obtient, à partir des solutions aqueuses des iodures, deux sels doubles seulement : $BI^3.KI.H^2O$ et $BI^3.2\,KI.H^2O$. — MM. **P. Locuty** et **P. Laffitte** : *Sur le système acide sulfurique, sulfate d'ammonium et eau.* Etude de l'isotherme de 10° et de celle de 90°. — M. **Picon** : *Préparation et propriétés des aurothiosulfates d'ammonium, de calcium et de quinine.* — MM. **A. Perret** et **R. Perrot** : *Sur l'aptitude réactionnelle de l'amidure de sodium.* A froid, le chlorure de phosgène réagit sur l'amidure de sodium en donnant du cyanate de sodium, NaCl et NH^3 ; vers 250°, il se forme presque exclusivement de la cyanamide. L'action du protochlorure de soufre à froid fournit du sulfure d'azote N^4S^4. — MM. **Ch. Dufraisse** et **M. Loury** : *Recherches sur les oxydes organiques dissociables. Le diphényl-1. 1'-dicarbéthoxy-3. 3'-rubène. Son oxyde dissociable.* Ce corps fournit facilement un oxyde incolore cristallisé, F. 250°, qui se dissocie thermiquement vers 190°, mais en dégageant peu d'oxygène et beaucoup de CO^2. — MM. **G. Darzens** et **A. Lévy** : *Dérivés fluorés du butyltoluène et du butyl-m-xylène. Nouveaux dérivés fluoronitrés à odeur de musc.* Le dérivé trinitré du butylfluorotoluène et les dérivés dinitrés des deux butylfluoroxylènes dégagent une forte odeur de musc.

Séance du 12 Novembre 1934.

Au second tour de scrutin, M. **Alb. Caquot** est élu membre de la Section de Mécanique, par 30 voix contre 23 à M. **E. Vessiot**. — M. le Président annonce le décès de l'Amiral **Fournier**, membre de l'Académie. — M. **G. Perrier** lit une notice sur le R. P. Berloty.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Dieudonné** : *Sur un problème de la théorie des polynômes.* — M. **G. Giraud** : *Equations, linéaires ou non, aux dérivées partielles, du type elliptique.* — M. **Ad. Buhl** : *Sur certaines équations de Monge-Ampère dont les surfaces intégrales propagent certaines intégrales invariantes.* — M. **J. R. Braïtzeff** : *Sur l'allure de la fonction définie par une série de Dirichlet au voisinage de son point singulier.* — M. **Maur. Fréchet** : *Sur une expression générale des noyaux itérés.* — M. **J. Geronimus** : *Sur l'équivalence de deux problèmes extrémales.* — M. **G. Bouligand** : *Sur la croissance en un point singulier.* — M. **A. Rauch** : *Cas où une direction de Borel d'une fonction entière* f (z) *d'ordre fini est aussi direction de Borel pour* f' (z). — M. **P. Thullen** : *Sur les domaines de méromorphie.* — MM. **Ch. Camichel** et **L. Escande** : *Contribution à l'étude sur modèles réduits des affouillements.* Les auteurs montrent comment peut être guidé le choix des matériaux affouillables à disposer dans un modèle réduit, ce choix étant basé sur les lois de l'entraînement par suspension. — M. **L. Sackmann** : *Sur une nouvelle méthode d'investigation d'un écoulement au voisinage immédiat des parois par auto-inscription des filets fluides.* La méthode consiste à rendre les parois sensibles à l'action des filets fluides grâce à une réaction chimique qui amènera un changement de couleur de la surface sensibilisée sans altérer son état physique : réaction de l'iode sur l'argent métallique recouvrant la paroi en mince pellicule. — MM. **C. Salceanu** et **C. Popovici** : *Etude photométrique de l'éclat de l'amas d'étoiles M. 13.* Les grandeurs photographiques brutes oscillent entre 6 m. 65 et 6 m. 74, ayant comme moyenne 6 m. 70. Cette valeur brute peut être interprétée comme une compensation de l'absorption avec la luminosité de l'atmosphère. En tenant compte de l'effet de cette dernière, on arrive à une valeur corrigée de 6 m. 59.

2° Sciences physiques. — M. **Missenard-Quint** : *Sur les lois de l'évaporation.* L'auteur a constaté la proportionnalité de l'évaporation à la convection, lorsque la vitesse de l'air varie au contact d'un corps humide. En particulier, un thermomètre humide, protégé contre le rayonnement, donne des indications constantes lorsque la vitesse de l'air varie et quelle que soit la forme du corps humide servant de thermomètre. — M. **E. P. Tawil** : *Lois du dégagement d'électricité par torsion dans le quartz (strépho-électricité).* Quand on exerce une torsion autour de l'axe d'un cylindre de quartz dont la génératrice est parallèle à l'axe ternaire du cristal, on obtient un dégagement d'électricité sur l'enveloppe du cylindre et un dégagement de signe opposé sur ses bases. Si on exerce la torsion sur un cylindre creux, les surfaces intérieure et extérieure se chargent respectivement de quantités d'électricité égales et de signes contraires. Les signes du dégagement sont liés au sens de la torsion et au signe de la rotation optique du quartz. La quantité d'électricité dégagée est proportionnelle au moment du couple et à la longueur du cylindre et inversement proportionnelle à la surface de la couronne du cylindre creux. — M. **M. Lévy** : *Nouvelle méthode d'analyse spectrale des courbes non périodiques.* L'auteur montre que le procédé d'analyse harmonique indiqué par Madelung peut se généraliser et permet d'obtenir en une seule opération, et d'une façon continue, le spectre des intensités d'une courbe donnée. — MM. **G. Bruhat** et **P. Grivet** : *Le pouvoir rotatoire du quartz pour les rayons perpendiculaires à l'axe et sa dispersion dans l'ultraviolet.* Les auteurs ont reconnu que les pouvoirs rotatoires pour des rayons perpendiculaires à l'axe sont de sens opposés aux pouvoirs rotatoires suivant l'axe. Les deux pouvoirs rotatoires ont même dispersion, et les surfaces de gyration pour les diverses radiations sont des hyperboloïdes semblables. — MM. **I. I. Agarbiceanu** : *Sur l'effet Zeeman et l'affaiblissement magnétique de la fluorescence de* Se^2 *et* Te^2. L'auteur démontre la possibilité d'un affaiblissement magnétique de la fluorescence de Se^2 et Te^2 par effet Zeeman. — M. **W. Jeunehomme** : *Mécanisme de la chloruration électrochimique du benzène.* La chloruration du benzène par électrolyse en milieu méthylique résulte de deux phénomènes simultanés : *a*) une réaction de surface, produite vraisemblablement par les atomes de Cl ; *b*) une réaction homogène, produite par les molécules de Cl^2 dissoutes dans la solution. — M. **G. Kravtzoff** : *Sur le comportement cathodique des sels organiques de cuivre. Etude de l'électrolyse en fonction du temps.* L'auteur retrouve les deux processus mentionnés par Foerster et Seidell dans l'électrolyse du sulfate de cuivre. — M. **G. Menier** : *Sur un procédé d'étanchéité de batardeaux ou de barrages.* L'auteur déroule devant le premier rang de palplanches du batardeau ou du barrage des lés de moleskine avec un barreau de fonte qui les leste à la partie inférieure ; la pression de l'eau fait plaquer la moleskine sur les palplanches en assurant une étanchéité absolue. — M. **A. Charriou** et Mlle **S. Valette** : *Sur la réalisation de films d'acétocellulose indéformables par l'eau.* Des films d'acétocellulose titrant 59,5 % en acide acétique et 25 % de plastifiant sont rendus strictement indéformables en les soumettant soit à une surchauffe de 4 heures à 100°, soit à une succession de trempages dans l'eau suivis de séchages. — Mlle **S. Veil** : *Localisation autophotographique des ions radioactifs dans la gélatine.* La méthode autophotographique s'applique à l'étude de la diffusion, à celle du comportement d'un ion au cours d'une réaction donnée et enfin au contrôle direct des processus électrolytiques. — M. **M. Holderer** : *Pourquoi l'eau mouille-t-elle le verre ?* L'auteur attribue ce phénomène à l'affinité de l'oxygène de l'eau pour l'oxygène engagé dans la composition chimique du verre en contact avec l'eau. — M. **R. Trehin** : *Etude comparative des spectres d'absorption des solutions aqueuses d'acide chlorhydrique et de divers chlorures dans l'ultraviolet.*

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 12-34.